

Efectos del Crossfit® en la Educación Física durante la educación secundaria obligatoria. Una revisión sistemática

Effects of CrossFit® in Physical Education during secondary education: A systematic review

*Iván Sotelo Besada, **David Pizarro Mateo

*Universidad Rey Juan Carlos (España), **Universidad Europea de Madrid (España), Universidad Camilo José Cela (España) y CES Don Bosco, Universidad Complutense de Madrid (España)

Resumen. El objetivo de este trabajo fue investigar los efectos de la práctica del CrossFit® en las capacidades físicas, salud y variables psicológicas de los estudiantes de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en el contexto de la asignatura de Educación Física (EF), así como analizar su posible relación con el rendimiento académico. Para el desarrollo de la revisión sistemática se usaron los criterios de la guía PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). La búsqueda bibliográfica se inició el 30 de enero del 2023, y se utilizó PubMed, ERIC, CRAI y Scielo como bases de datos para la selección de artículos. Inicialmente se recopilaron 6.244 trabajos localizados por palabras clave, de los cuales, tras aplicar el proceso de cribado fueron seleccionados un total de veintiún estudios que cumplían los criterios de elegibilidad. El análisis de estudios muestra que el CrossFit® y los programas de alta intensidad tienen un efecto positivo en varios componentes relacionados con la condición física y el rendimiento cognitivo en otras asignaturas. Como conclusión, el CrossFit® u otras metodologías basadas en la alta intensidad son estrategias eficaces dentro del contexto escolar para mejorar la aptitud física y el rendimiento académico.

Palabras clave: CrossFit®, capacidades físicas, rendimiento académico, adolescencia, Educación Física.

Abstract. The objective of this study was to investigate the effects of CrossFit® practice on physical capabilities, health, and psychological variables of Secondary Education (ESO) students in the context of Physical Education (PE) classes, as well as to analyze its possible relationship with academic performance. The PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) guidelines were used for the development of the systematic review. The literature search began on January 30, 2023, and PubMed, ERIC, CRAI, and Scielo were used as databases for the selection of articles. Initially, 6,244 works were collected through keyword searches, of which, after the screening process, a total of twenty-one studies that met the eligibility criteria were selected. The analysis of the studies shows that CrossFit® and high-intensity programs have a positive effect on various components related to physical fitness and cognitive performance in other subjects. In conclusion, CrossFit® or other high-intensity methodologies are effective strategies within the school context to improve physical fitness and academic performance.

Keywords: CrossFit®, physical capacities, academic performance, adolescence, Physical Education.

Fecha recepción: 12-06-24. Fecha de aceptación: 12-10-24

Iván Sotelo Besada

ivsotelobesada@gmail.com

Introducción

En la actualidad, la adquisición de hábitos sedentarios representa un grave problema para las sociedades contemporáneas donde la práctica regular de actividad física está disminuyendo (Guthold et al., 2020). En este sentido, el sedentarismo está asociado con una serie de problemas para la salud, como el aumento de la adiposidad, escasa salud cardio-metabólica, baja condición física, problemas de comportamiento social y alteraciones negativas en la calidad del sueño (Chaput et al., 2020). Esta problemática puede repercutir en las tasas de abandono escolar, donde los hábitos sedentarios, la salud mental y el menor rendimiento académico (Capdevila et al., 2015) se tornan un caldo de cultivo idóneo para el aumento de estas cifras. A este respecto, las tasas de abandono escolar en España superan la media de la Unión Europea y destacan la necesidad de abordar este problema por parte de las instituciones educativas (Berral-Ortiz et al., 2022).

En línea con lo anterior y como señalan Herrero-Mollada et al. (2023), uno de los cambios más relevantes acontecidos con la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE) (Ley Orgánica 3/2020) es la incorporación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre los cuales se encuentran la “Salud y el bienestar” o la “Educación de calidad” relacionados

de manera directa con la Educación Física (EF, en adelante).

A este respecto, existen investigaciones que vinculan el aumento de la cantidad y calidad de la actividad física con la mejora de varios marcadores de salud, calidad de vida y salud mental de los adolescentes (Chaput et al., 2020; Hoare et al., 2016; Wu et al., 2017). De aquí se desprende la necesidad de enfoques educativos que integren la salud física y mental como pilares del desarrollo estudiantil. En línea con lo anterior, la educación integral debe abordar la salud mental, los procesos cognitivos y el rendimiento académico a través de un enfoque holístico, destacando que la calidad de las sesiones de EF es más determinante que la cantidad de estas (García-Hermoso et al., 2021). Por lo tanto, los programas de actividad física relacionados con la EF han demostrado ser estrategias eficaces para mejorar los comportamientos en el aula y favorecer un impacto positivo en el rendimiento académico de otras disciplinas, posicionando el ámbito escolar como el contexto más adecuado para su implementación (Álvarez-Bueno et al., 2017).

En este particular contexto, la EF se presenta como una asignatura específica y fundamental dentro del currículo educativo, cuya principal pretensión es la adopción de hábitos físico-deportivos (White et al., 2021), que contribuyan a estimular tanto la salud mental como la física de los estudiantes, tratando de entender el bienestar desde una perspectiva integral. Por tanto, además del aumento de actividad

física (en cantidad) en nuestros jóvenes, pues en ocasiones el único momento de la semana en el que los niños o adolescentes realizan ejercicio, se pretende optimizar el desarrollo personal y social, subrayando la relevancia de aspectos como la higiene, la aceptación del propio cuerpo y el respeto hacia el cuerpo de los demás (Camacho-Miñano *et al.*, 2013).

Por otro lado, la EF como objetivo preparar al alumnado para participar activamente en algunas actividades deportivas durante su tiempo libre (Perlman, 2015). Sin embargo, las investigaciones apuntan a una disminución de la participación deportiva entre niños y adolescentes durante su tiempo libre. Este fenómeno podría atribuirse a la desconexión entre la enseñanza del deporte en el ámbito de la EF y la realidad deportiva contemporánea (Crance *et al.*, 2013), así como a la falta de alineamiento con las motivaciones individuales del alumnado (García-López *et al.*, 2012).

En el ámbito educativo, la Teoría de la Autodeterminación (TAD; Ryan & Deci, 2017, 2020) ha sido ampliamente utilizada para examinar la motivación. Esta teoría postula que las personas poseen cuatro necesidades psicológicas básicas (NBP): autonomía, competencia, relación y novedad; que deben ser satisfechas fomentar el bienestar y diferentes manifestaciones de crecimiento, entre ellas la motivación intrínseca y la internalización (Gonzalez-Cutre *et al.*, 2016; Gonzalez-Cutre *et al.*, 2020; Vansteenkiste *et al.*, 2020).

Por ende, uno de los desafíos principales para la EF radica en la creación e implementación de situaciones de aprendizaje que sean novedosas, innovadoras, variadas y eficientes. De forma particular, la novedad se define como la necesidad de experimentar algo no experimentado previamente o excluido de la rutina diaria (González-Cutre *et al.*, 2016). Este elemento, relevante en el contexto educativo, agrega una dimensión adicional a las necesidades psicológicas que podría tener un impacto significativo en la motivación intrínseca y en la intención por ser físicamente activo (Fernández-Espínola *et al.*, 2020; Rojo-Ramos *et al.*, 2024). Dentro de este contexto, surgieron los entrenamientos interválicos de alta intensidad (EIAI) y el entrenamiento interválico de alta intensidad cooperativa (C-EIAI) como programas de entrenamiento eficientes con múltiples beneficios en variables cardiovasculares, académicas y cognitivas (Keating *et al.*, 2017; Mezcua-Hidalgo *et al.*, 2020).

Alineado con esta perspectiva, ha surgido un creciente interés en la combinación de fuerza y resistencia, comúnmente conocida como entrenamiento concurrente. Dentro de este enfoque destaca especialmente el CrossFit®, un programa de entrenamiento funcional de alta intensidad que combina ejercicios gimnásticos, movimientos de halterofilia y trabajos metabólicos, ejecutados de manera variada y a alta intensidad. El objetivo de este método es desarrollar un estado físico amplio, genérico e integrador, preparando al atleta de forma integral (Glassman, 2017; Zhang *et al.*, 2024). CrossFit se distingue por su capacidad para abordar de manera efectiva las diez capacidades físicas fundamentales: resistencia cardiovascular, resistencia muscular, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión; tal y como siguen evidenciando investigaciones actuales (Oderov

et al., 2024; Zhang *et al.*, 2024). Esta característica lo convierte en un método de entrenamiento altamente relevante dentro del marco educativo, ya que fomenta el desarrollo físico y cognitivo de los estudiantes. A este respecto, el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE-A-2022-4975), menciona explícitamente la modalidad de Crossfit: “De esta forma, en lo que respecta a los entornos urbanos, existen manifestaciones como los circuitos de calistenia, el crossfit...” (p. 41633); en su explicación de la Competencia Específica 5. Esta disciplina se podría vincular, de forma clarividente (dependerá del enfoque de la situación de aprendizaje), con el desarrollo de las Competencias Específicas 1, 2 y 5, así como sus correspondientes criterios de evaluación; y con los bloques de Saberes Básicos A. Vida activa y saludable (p.ej., salud física y mental); B. Organización y gestión de la actividad física (p.ej., planificación y autorregulación de proyectos motores); C. Resolución de problemas en situaciones motrices (p.ej., capacidades condicionales); y F. Interacción eficiente y sostenible con el entorno (p.ej., nuevos espacios y prácticas deportivas urbanas: crossfit).

Finalmente, las lagunas en la investigación actual sobre la implementación de programas como CrossFit en entornos educativos han generado un considerable interés en la realización de estudios más profundos. Esta revisión busca, por tanto, examinar cómo el CrossFit® influye en las capacidades físicas, los factores psicológicos y el rendimiento académico de los estudiantes de la ESO en el contexto de la asignatura de Educación Física. Así, se pretende aportar una base sólida para futuros programas de intervención que utilicen el CrossFit como herramienta pedagógica y de salud integral en el ámbito escolar.

Metodología

Pregunta de investigación

Para el desarrollo de esta revisión sistemática y como parte de todo proceso de investigación, se hace imperativo delimitar la estrategia de búsqueda y definir los límites del tema. Por este motivo, se usó el modelo PICO para la construcción de la pregunta de indagación (Participantes: alumnado de ESO con edades comprendidas entre doce y dieciséis años; Intervención: intervenciones que evalúen la condición física, la salud, las variables psicológicas y el rendimiento académico después de un entrenamiento de CrossFit® o programas de alta intensidad; Comparación: no hay comparaciones; Resultados (Outcomes): cambios reportados sobre las capacidades físicas de fuerza y resistencia, parámetros de la salud como la presión arterial y enfermedades cardiovasculares, variables psicológicas como el autoconcepto, motivación y diversión y el rendimiento cognitivo o académico) para la construcción de la pregunta de investigación (Díaz *et al.*, 2016).

Estrategia de búsqueda y procedimientos

Para garantizar la calidad, transparencia y profundidad de

la revisión (Page et al., 2021) se siguieron los criterios de la guía Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA). La búsqueda bibliográfica se inició el 30 de enero del 2023 y finalizó el 1 de marzo de 2023 a través de la selección de los estudios más determinantes en cuatro bases de datos: PubMed, ERIC, CRAI y SciELO. Estos motores de búsqueda se utilizaron por ser relevantes en el ámbito médico (PubMed), especialización en enseñanza, formación y educación (ERIC), facilidad de acceso y disponibilidad de artículos de forma gratuita (CRAI) y nivel académico (SciELO). Por otro lado, se refinó la búsqueda por medio de varias palabras clave, destacando: “Crossfit”, “High Intensity Interval Training”, “High Intensity Functional Training”, “Concurrent Training”, “School”, “Secondary School”, “High School”, “Children”, “Adults”, “Athletes” y “Physical Education”. Además, se crearon frases de búsqueda a través de la combinación de palabras clave y operadores booleanos ((AND, OR y NOT) obteniendo las siguientes: “Crossfit AND School”, “Crossfit AND Secondary School”, “Crossfit AND High School”, “Crossfit AND Physical Education”, “High Intensity Interval Training AND School”, “High Intensity Interval Training AND Secondary School”, “High Intensity Interval Training AND High School”, “High Intensity Interval Training AND Physical Education”, “High Intensity Functional Training AND School”, “High Intensity Functional Training AND Secondary School”, “High Intensity Functional Training AND High School”, “High Intensity Functional Training AND Physical Education”.

Criterios de elegibilidad

Para establecer los límites de la revisión sistemática e incluir los estudios más prometedores, los artículos deben estar

justificados dentro de los siguientes criterios de inclusión: (1) publicaciones entre el año 2013 y 2023; (2) idioma español o inglés; (3) ensayos controlados aleatorios y ensayos clínicos; (4) investigaciones experimentales en humanos libres de lesiones; (5) edades comprendidas entre doce y dieciséis años; (6) temáticas que aborden los efectos del Crossfit (o entrenamiento funcional de alta intensidad, entrenamiento interválico de alta intensidad y entrenamiento concurrente) sobre la condición física, salud, variables psicológicas y rendimiento académico; (7) contextualizado dentro la ESO y para la asignatura de EF. Al mismo tiempo, los artículos fueron descartados durante la búsqueda en las bases de datos o tras el proceso de selección específica por medio de la aplicación de los criterios de exclusión, estando representados por los siguientes: (1) publicaciones anteriores al año 2013; (2) otros idiomas al español o inglés; (3) revisiones sistemáticas, metaanálisis, libros y cualquier otro tipo de artículo; (4) uso de ratas u otros animales como muestras de trabajo; (5) programas de entrenamiento de fuerza, resistencia, flexibilidad y velocidad de forma aislada y analítica, e intervenciones extraescolares o fuera del ámbito escolar; (6) educación infantil, primaria, bachillerato y universidad como contextos de intervención.

Diagrama de flujo

El diagrama de flujo (figura 1) fue dividido en tres etapas de planificación: identificación de estudios, cribado o filtrado de la información e inclusión final de los artículos que serán analizados finalmente. Concretamente, este proceso reveló la identificación de 6.244 estudios procedentes de Pubmed, ERIC, CRAI y SciELO. Tras aplicar el cribado y los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvieron veintiún artículos que fueron analizados en la revisión.

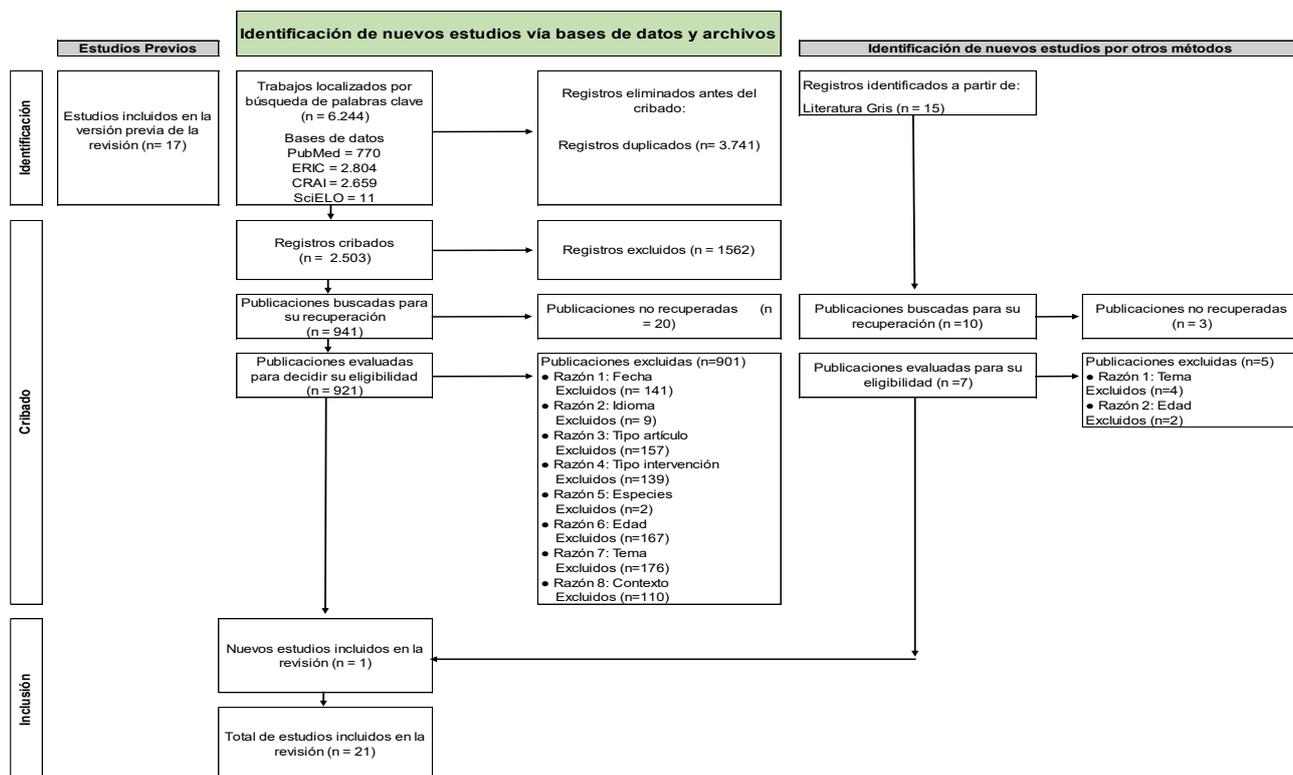


Figura 1. Nota. Elaboración propia basada en Page et al. (2021)

Resultados

Los artículos elegibles para la inclusión y análisis fueron organizados en bloques: condición física y salud (ver figuras 2,3 y 4), variables psicológicas (ver figura 5) y rendimiento académico (ver figuras 6 y 7). Todas las intervenciones estuvieron formadas por un grupo control y tres artículos contenían un grupo de trabajo adicional (Arday *et al.*, 2010; Arday *et al.*, 2014; Costigan *et al.*, 2016). El CrossFit® fue el contenido del entrenamiento mayoritario (Borras *et al.*, 2017; Eather *et al.*, 2016a; Eather *et al.*, 2016b; Garst *et al.*, 2020; Hakim *et al.*, 2021; Petrova & Bala, 2021; Petrova *et al.*, 2022; Rymar *et al.*, 2022), y en menor proporción el entrenamiento funcional (Arday *et al.*, 2010; Arday *et al.*, 2014; Costigan *et al.*, 2016; Da Silva *et al.*, 2021; Lasković *et al.*, 2022; Polevoy, 2022), el C-EIAI (Martínez-López *et al.*, 2018; Mezcuca-Hidalgo *et al.*, 2019; Ruiz-Ariza *et al.*, 2019), el EIAI (Harris *et al.*, 2022; Wassenaar *et al.*, 2021), el TABATA (Popowczak *et al.*, 2022) y el Burn 2 Learn (Valkenborghs *et al.*, 2022). La temporalización de las intervenciones fueron muy variadas, destacando ocho (Borras *et al.*, 2017;

Costigan *et al.*, 2016; Eather *et al.*, 2016a; Eather *et al.*, 2016b; Hakim *et al.*, 2021; Petrova & Bala, 2021) y dieciséis semanas (Arday *et al.*, 2010; Arday *et al.*, 2014; Da Silva *et al.*, 2021; Harris *et al.*, 2022; Lasković *et al.*, 2022; Polevoy, 2022; Valkenborghs *et al.*, 2022) como las más utilizadas. Con respecto al diseño de los estudios, nueve fueron ensayos controlados aleatorios (Arday *et al.*, 2010; Arday *et al.*, 2014; Borras *et al.*, 2017; Costigan *et al.*, 2016; Da Silva *et al.*, 2021; Eather *et al.*, 2016a; Garst *et al.*, 2020; Hakim *et al.*, 2021; Lasković *et al.*, 2022; Wassenaar *et al.*, 2021). El número de participantes estaba dividido de menor a mayor frecuencia: en menos de doscientos estudiantes (Arday *et al.*, 2010; Arday *et al.*, 2014; Borras *et al.*, 2017; Costigan *et al.*, 2016; Eather *et al.*, 2016a; Eather *et al.*, 2016b; Garst *et al.*, 2020; Hakim *et al.*, 2021; Petrova & Bala, 2021; Petrova *et al.*, 2022; Polevoy, 2022; Popowczak *et al.*, 2022; Rymar *et al.*, 2022; Valkenborghs *et al.*, 2022), entre doscientos y seiscientos estudiantes (Da Silva *et al.*, 2021; Harris *et al.*, 2022; Lasković *et al.*, 2022; Martínez-López *et al.*, 2018; Mezcuca-Hidalgo *et al.*, 2019; Ruiz-Ariza *et al.*, 2019) y más de seiscientos estudiantes (Wassenaar *et al.*, 2021).

Autor/es y Año	Diseño	Muestra (n)	Edad (años)	Objetivos estudio	Duración	Programa	Resultados
Garst <i>et al.</i> (2020)	Ensayo Controlado Aleatorio	141 estudiantes (GE = 71 y GC = 70)	12.73 ± 0.94 años	Evaluar las diferencias en los resultados académicos y parámetros de salud a través del programa CrossFit® Kids	9 meses	GE (CrossFit® Kids; 3 días/semana; 60 minutos/clase) y GC (EF; 3 días/semana; 60 minutos/clase)	Mejoras en el Fitness a través de la valoración FitnessGram (course navette, push ups, curl-ups y sit and reach).
Eather <i>et al.</i> (2016b)*	Ensayo Controlado Aleatorio	95 estudiantes (GE = 51 y GC = 45)	15.4 ± 0.5 años	Comprobar la eficacia y viabilidad del CrossFit® Teens para mejorar la condición física relacionada con la fuerza y resistencia en el ámbito saludable	8 semanas	GE (CrossFit® Teens; 2 veces/semana; 60 minutos/clase) y GC (Educación Física y Deporte; 2 veces/semana; 60 minutos/clase)	El CrossFit® Teens mejora la composición corporal (circunferencia cintura, IMC), flexibilidad (sit and reach), Fitness cardiorespiratorio (shuttle run) y el Fitness muscular (standing jump), sin cambios sobre la fuerza (grip strength, curl-up y push up)
Borras <i>et al.</i> (2017)	Ensayo	82 estudiantes (GE = 45 y GC = 37 control)	16-18 años (17.2)	Valorar los efectos del CrossFit® y de los juegos aeróbicos sobre la capacidad aeróbica de los adolescentes	8 semanas	GE (CrossFit®, EIAI y juegos de cooperación y de colaboración-oposición basados en la capacidad aeróbica) y GC (EF)	El programa CrossFit® en combinación con los juegos aeróbicos producen mejoras significativas sobre la capacidad aeróbica (Vo2 máx y Course-Navette test).
Hakim <i>et al.</i> (2021)	Ensayo	94 estudiantes (GE = 46 y GC = 48)	16-17 años	Determinar la eficacia del CrossFit® en la Educación Física escolar y mitigar los efectos negativos de la pandemia del COVID-19	8 semanas	GE (CrossFit®; 2 veces/semana) y GC (EF y Deporte)	El CrossFit® produce mejoras significativas tanto en hombres como en mujeres (p <0,001) para la fuerza dinámica máxima de la musculatura abdominal (lifting straight legs in the axis), la resistencia (running of 70%), la coordinación (shuttle run 4x9m), la frecuencia de movimientos (run 60m) y la movilidad (transverse twine)

GE: grupo experimental; GC: grupo control; EF: Educación Física; ECA: ensayo controlado aleatorio; EIAI: entrenamiento interválico de alta intensidad;

FCM: frecuencia cardiaca máxima; CF: condición física

* Artículo duplicado

Figura 2. Resultados sobre la condición física y salud

Autor/es y Año	Diseño	Muestra (n)	Edad (años)	Objetivos estudio	Duración	Programa	Resultados
Popowczak <i>et al.</i> (2022)	Ensayo Simple, Aleatorizado y no Retornable	141 estudiantes (GE = 3 grupos y GC = 3 grupos)	16.23 ± 0.33 años	Determinar el efecto del EIAI a través de un protocolo Tabata introducido en las clases de EF sobre la presión arterial en reposo de los adolescentes	10 semanas	GE (Programa Tabata y EF; 1 sesión, 14 minutos de duración del esfuerzo, 20" ON x 10" OFF x 8 rondas; 3 ciclos de 4"x2 rondas, 75-80% de la FCM) y GC (EF)	El EIAI disminuye significativamente la presión arterial sistólica en el grupo de hipertensos y produce una disminución ligera entre los normotensos. En comparación con el grupo control, no se observaron cambios tras la aplicación de la EF tradicional
Da Silva <i>et al.</i> (2021)	ECA	300 estudiantes (GE = 150 y GC = 150)	15-17 años	Examinar los efectos del EIAI en las clases de EF sobre la condición física (Fitness cardiorespiratorio, Fitness muscular, nivel de actividad física) y la motivación hacia el ejercicio	16 semanas	GE (10-15 minutos de cada clase de EF; 2 veces/semana: 14-20 series all-out; 2:1 ratio trabajo-descanso; >90% FCM) GC (EF; 2 veces/semana; 90 minutos)	La metodología de alta intensidad (EIAI) es útil para potenciar las clases de EF, el Fitness cardiorespiratorio, Fitness muscular, actividad física y la motivación
Polevoy (2022)	Cuasi-experimental	52 estudiantes (GC = 9a y GE = 9b)	15-16 años	Comprobar los efectos de la aplicación del ejercicio "Burpee" sobre los indicadores de resistencia y estabilidad de la atención del alumnado	4 meses	GE (Burpee; 2 veces/semana; 45 minutos cada clase; 30 clases; 15-25 repeticiones por minuto; 3 series de una progresión de tiempos de trabajo (60"-120" y descansos (60"-120" GC (EF)	El Burpees es un ejercicio funcional que produce mejoras significativas (GC: 1,9% y GE: 9%) sobre el indicador de resistencia (2000m test) y la atención a través de la prueba de Bourdon (GC: 5,9% y GE: 20%)
Arday <i>et al.</i> (2010)	Ensayo Controlado de Grupos Naturales Distribuidos	67 estudiantes (GE1 = 26 GE2 = 24 y GC = 18)	12-14 años (13 ± 1 años)	Evaluar los efectos de un programa de actividad física en el ámbito educativo (EDUFFT) sobre el nivel de condición física, rendimiento escolar e índices de salud metabólica y cardiovascular, y analizar las causas de los cambios en la condición física	16 semanas	GE 1 (4 veces/semana, 55 minutos/clase; contenidos curriculares con duplicación de la carga docente y de actividad física que viene determinada por la asignatura de EF) GE2 (4 veces/semana; 55 minutos/clase; contenidos curriculares aplicados a través de una metodología de alta intensidad) y GC (EF)	El alumnado que ha desarrollado el programa ha mostrado mejores valores en la capacidad cognitiva y rendimiento académico. No obstante, se observaron peores valores en adiposidad, tensión diastólica, fuerza de prensión manual y presión espiratoria máxima. Se producen mejoras de CF entre el alumnado que ha completado el programa en comparación con los que lo han abandonado

GE: grupo experimental; GC: grupo control; EF: Educación Física; ECA: ensayo controlado aleatorio; EIAI: entrenamiento interválico de alta intensidad;

FCM: frecuencia cardiaca máxima; CF: condición física

* Artículo duplicado

Figura 3. (Continuación) Resultados sobre la condición física y salud

Autor/es y Año	Diseño	Muestra (n)	Edad (años)	Objetivos estudio	Duración	Programa	Resultados
Petrova & Bala (2021)	Cuasi-experimental	113 estudiantes (GE = 59 alumnos y GC = Grupo 1 (16 años) Grupo 2 (17 años))	16-17 años	Evaluar la influencia del CrossFit® sobre la potencia muscular del alumnado de la Educación Secundaria Obligatoria	8 semanas	GE (CrossFit®; 2 veces/semana) y GC (EF)	El programa CrossFit® genera un impacto positivo, significativo y fiable ($p < 0,05-0,001$) sobre todas las variables medidas acerca de la potencia muscular (lifting of straight legs hanging test, bending and extension of hands lying on the floor test y triple jump test), tanto en hombres como en mujeres
Rymar et al. (2022)	Cuasi-experimental	63 estudiantes (GE = 32 y GC = 31)	15 años	Analizar y comparar el impacto del CrossFit® y el Atletismo sobre los indicadores funcionales y el estado físico del alumnado	2.5 meses	GE (CrossFit®; 2 veces/semana; 45 minutos/sesión) y GC (Educación Física y Athletic Gymnastics)	El programa de alta intensidad incrementa la capacidad cardiorespiratoria (índice de Ruffier), la funcionalidad (índice de vida), y varias capacidades físicas (60m run, lean forward from sitting position y pull-ups hanging on the crossbar)
Laskovic et al. (2022)	ECA	595 alumnas (GE = 314 y GC = 282)	11-15 años	Determinar los efectos de dos métodos del entrenamiento sobre la fuerza y la movilidad de los músculos del tronco en alumnas adolescentes	16 semanas	GE (entrenamiento funcional; 3 veces/semana; 45 minutos/clase) y GC (EF)	El entrenamiento funcional y la EF tradicional son programas de entrenamiento beneficiosos ($p < 0.001$) para desarrollar la fuerza muscular del tronco y la movilidad (FitnessGram: abdominal muscles strength, lower back muscles strength, upper body strength y thoracic spine mobility)
Petrova et al. (2022)	Cuasi-experimental	52 estudiantes (GE = 25 alumnos y GC = Grupo 1 (16 años) Grupo 2 (17 años))	16-17 años	Evaluar el nivel de salud física de los adolescentes tras la aplicación de un programa del entrenamiento novedoso: CrossFit®	-	GE (CrossFit®; 2 veces/semana) GC (EF)	El nivel de salud física del grupo experimental mejora tras la introducción del CrossFit® durante el período educativo (indicadores de heart rate, vital capacity of lungs, stange test of 16-17-year-old young men, the number of body lifts sitting 1' at 16-year-old boys and data), en comparación al grupo control

GE: grupo experimental; GC: grupo control; EF: Educación Física; ECA: ensayo controlado aleatorio; EIAI: entrenamiento interválico de alta intensidad;

FCM: frecuencia cardíaca máxima; CF: condición física

* Artículo duplicado

Figura 4. (Continuación) Resultados sobre la condición física y salud

Autor/es y Año	Diseño	Muestra (n)	Edad (años)	Objetivos estudio	Duración	Programa	Resultados
Eather et al. (2016b)*	Ensayo Controlado Aleatorio	95 estudiantes (GE = 51 y GC = 45)	15.4 ± 0.5 años	Comprobar la eficacia y viabilidad del CrossFit® Teens para mejorar la condición física relacionada con la fuerza y resistencia en el ámbito saludable	8 semanas	GE (CrossFit® Teens; 2 veces/semana; 60 minutos/clase) y GC (Educación Física y Deporte; 2 veces/semana; 60 minutos/clase)	El CrossFit® Teens provoca que los alumnos estén muy satisfechos con el programa (retención del 82%, adherencia del 94% y una fuerte satisfacción)
Eather et al. (2016a)	ECA con cegamiento del evaluador	96 estudiantes (GE = 51 y GC = 45)	15.4 ± 0.5 años	Investigar la eficacia del programa CrossFit® Teens sobre variables de salud mental en adolescentes, y explorar posibles moderadores y mediadores	8 semanas	GE (CrossFit® Teens; 2 veces/semana; 60 minutos/sesión) y GC (EF; 2 veces/semana; 60 minutos/sesión)	El CrossFit® Teens no muestra efectos significativos sobre la salud mental. Sin embargo, el alumnado "en riesgo" de malestar psicológico mostró mejoras en la autoestima, la grasa corporal percibida, la apariencia percibida, el autoconcepto físico y la puntuación total de dificultades
Harris et al. (2022)	C-ECA	368 estudiantes	11-13 años	Examinar la eficacia del EIAI aplicado por docentes con opciones narrativas indígenas sobre la salud mental del alumnado residente en zonas socioeconómicas bajas-medias	16 semanas	GE (EIAI con un hilo narrativo Maori; 2 veces/semana; 15 minutos de sesión; 90% de la FCM) y GC (EF; 2 veces/semana)	El EIAI con un hilo narrativo no tuvo ningún efecto sobre la dificultad psicológica autopercebida o el bienestar mental. Además, tampoco se observaron mejoras en las puntuaciones del SDQ (Strengths and Difficulties Questionnaire) a pesar de las mejoras en la condición física
Costigan et al. (2016)*	ECA	65 estudiantes (GE-PEA = 21; GE-PFR = 22 y GC = 22)	14-16 años (15.8 ± 0.6)	Evaluar la eficacia de dos protocolos de EIAI (PEA y PFR) para mejorar los resultados cognitivos y de salud mental en adolescentes	8 semanas	GE-PEA (programa de ejercicio aeróbico; 8-10 minutos/sesión, 3 veces/semana; 30:30 ratio), GE-PFR (programa de fuerza y resistencia; 8-10 minutos/sesión, 3 veces/semana; 30:30 ratio) y GC (EF; 3 veces/semana)	Los protocolos de EIAI a pesar de no presentar resultados significativos evidenciaron pequeñas mejoras en la función ejecutiva y el bienestar psicológico (GE-PEA), mejoras moderadas en la función ejecutiva, y pequeñas mejoras en el bienestar y la apariencia percibida (GE-PFR)

GE: grupo experimental; GC: grupo control; EF: Educación Física; ECA: ensayo controlado aleatorio; EIAI: entrenamiento interválico de alta intensidad;

FCM: frecuencia cardíaca máxima; CF: condición física; C-ECA: ensayo controlado aleatorio por grupos; SDQ: Strengths and Difficulties Questionnaire;

PEA: programa de entrenamiento aeróbico; PFR: programa de fuerza y resistencia

* Artículo duplicado

Figura 5. Resultados sobre las variables psicológicas

Autor/es y Año	Diseño	Muestra (n)	Edad (años)	Objetivos estudio	Duración	Programa	Resultados
Costigan et al. (2016)*	ECA	65 estudiantes (GE-PEA = 21; GE-PFR = 22 y GC = 22)	14-16 años (15.8 ± 0.6)	Evaluar la eficacia de dos protocolos de EIAI (PEA y PFR) para mejorar los resultados cognitivos y de salud mental en adolescentes	8 semanas	GE-PEA (programa de ejercicio aeróbico; 8-10 minutos/sesión, 3 veces/semana; 30:30 ratio), GE-PFR (programa de fuerza y resistencia; 8-10 minutos/sesión, 3 veces/semana; 30:30 ratio) y GC (EF; 3 veces/semana)	Los protocolos de EIAI a pesar de no presentar resultados significativos evidenciaron pequeñas mejoras en la función ejecutiva y el bienestar psicológico (GE-PEA), mejoras moderadas en la función ejecutiva, y pequeñas mejoras en el bienestar y la apariencia percibida (GE-PFR)
Wassenaar et al. (2021)	ECA	18.261 (GE = 7860 y GC = 8157)	12-13 años	Investigar los resultados de un programa de alta intensidad (EIAI) durante las clases EF sobre el rendimiento académico de la asignatura de matemáticas	10 meses	GE (EIAI; 2 veces/semana; 50 minutos/sesión) y GC (EF; 2 veces/semana; 50 minutos/sesión)	La intervención de tipo EIAI no mejora significativamente la aptitud cardiorespiratoria, el rendimiento cognitivo (funciones ejecutivas, memoria relacional o velocidad de procesamiento)
Ruiz-Ariza et al. (2017)	ECA y ciego	184 estudiantes (GC = 94 y GE = 90)	12-16 años (13.73 ± 1.34)	Estudiar el efecto del C-EIAI sobre la creatividad y la inteligencia emocional en adolescentes y determinar los efectos de mejora en función del nivel de actividad física semanal	12 semanas	GE (C-EIAI; 2 veces/semana; 16' de trabajo total; 85% FCM) y GC (estiramientos estáticos)	El programa C-EIAI mejora la creatividad y la inteligencia emocional en adolescentes sedentarios (mejoras significativas en creatividad, bienestar y sociabilidad). En contraste, el alumnado activo no obtuvo cambios
Mezcua-Hidalgo et al. (2019)	Ensayo Cuantitativo Aleatorizado	158 estudiantes (GE = 77 y GC = 81)	12-16 años (14.06 ± 1.29)	Analizar el efecto de un entrenamiento cooperativo aplicado a través de intervalos de alta intensidad (C-EIAI) al inicio de la jornada escolar, sobre diversas variables cognitivas durante las 24-48 horas siguientes	1 sesión	GE (C-EIAI; 16 minutos de trabajo antes de empezar el colegio) y GC (estiramientos estáticos)	El C-EIAI presenta un beneficio positivo a corto plazo dentro del contexto escolar, aumentando la atención selectiva en un 17,39% durante la hora siguiente, y aumentando la concentración en un 20,31% y un 15,26% durante la primera y la segunda hora posterior, respectivamente

GE: grupo experimental; GC: grupo control; EF: Educación Física; ECA: ensayo controlado aleatorio; EIAI: entrenamiento interválico de alta intensidad;

FCM: frecuencia cardíaca máxima; C-ECA: ensayo controlado aleatorio por grupos; C-EIAI: entrenamiento interválico de alta intensidad cooperativo

PEA: programa de entrenamiento aeróbico; PFR: programa de fuerza y resistencia; C-ECA: ensayo controlado aleatorio por grupos

* Artículo duplicado

Figura 6. Resultados sobre el rendimiento cognitivo y académico

Autores y Año	Diseño	Muestra (n)	Edad (años)	Objetivos estudio	Duración	Programa	Resultados
Arday et al. (2014)	ECA	67 estudiantes (GE1 = 26, GE2 = 18 y GC = 23)	12-14 años	Examinar los efectos de una intervención centrada en aumentar el tiempo y la intensidad de la EF (EDUFIT) sobre el rendimiento cognitivo y académico de los adolescentes	4 meses	GE1 (EF por ley; 4 veces/semana; 55 minutos/sesión), GE2 (EF por ley y alta intensidad; 4 veces/semana; 55 minutos/sesión) y GC (EF por ley; 2 veces/semana; 55 minutos/sesión)	El aumento del número y la intensidad de las sesiones semanales tiene un efecto positivo en el rendimiento cognitivo (todas las variables aumentaron en GE2, excepto el razonamiento verbal) y rendimiento académico (las notas medias de matemáticas aumentaron más en GE2 que en el GC). En general, el GE2 mejoró más que GE1, sin diferencias entre GE1 y GC
Martínez-López et al. (2018)	Ensayo Cuantitativo Aleatorizado	184 estudiantes (GE = 90 y GC = 94)	12-16 años (13.73 ± 1.34)	Averiguar el efecto del C-EIAl sobre la memoria, la atención selectiva, la concentración, el cálculo matemático y el razonamiento lingüístico en adolescentes	12 semanas	GE (C-EIAl; inicio clases; 2 veces/semana; progresión ratios trabajo-descanso; 16 minutos; 85% FCM) y GC (estriramientos estáticos)	El C-EIAl aumentó un 14,2% la atención selectiva, un 8,41% la concentración y un 15,5% el cálculo matemático en relación con el GC tras el program (todos p < 0,001). Estas mejoras son especialmente significativas en los estudiantes inactivos (todas p < 0,001), pero no hubo diferencias en las variables de memoria o razonamiento lingüístico (p > 0,05)
Valkenborghs et al. (2022)	C-ECA	56 estudiantes (GE = 30 y GC = 26)	16.1 ± 0.4 años	Averiguar el impacto de una intervención de actividad física escolar sobre el metabolismo del hipocampo en adolescentes mediante espectroscopia de resonancia magnética	16 semanas	Burn 2 Learn (B2L) (2 veces/semana; 5 clases; trabajo concurrente aeróbico y fuerza; >85% FCM) y GC (EF; 5 clases)	El B2L aumenta las concentraciones de N-acetilaspártato (NAA) y el glutamato+glutamina (Glx) en el hipocampo izquierdo, estando estas variables asociadas con mejoras en la aptitud cardiorespiratoria, la aptitud muscular de la parte inferior del cuerpo y la memoria de trabajo

GE: grupo experimental; GC: grupo control; EF: Educación Física; ECA: ensayo controlado aleatorio; EIAl: entrenamiento interválico de alta intensidad; FCM: frecuencia cardíaca máxima; C-ECA: ensayo controlado aleatorio por grupos; C-EIAl: entrenamiento interválico de alta intensidad cooperativo; PEA: programa de entrenamiento aeróbico; PFR: programa de fuerza y resistencia; C-ECA: ensayo controlado aleatorio por grupos
* Artículo duplicado

Figura 7. Resultados sobre el rendimiento cognitivo y académico

Condición Física y Salud

En términos generales, se identificaron cinco metodologías de entrenamiento funcional de alta intensidad: CrossFit©

Teens (Eather et al., 2016b), CrossFit© Kids (Garst et al., 2020), CrossFit© (Borras et al., 2017; Hakim et al., 2021; Petrova & Bala, 2021; Petrova et al., 2022; Rymar et al., 2022), entrenamiento funcional (Lasković et al., 2022), TABATA (Popowczak et al., 2022), EIAl mediante ejercicios multiarticulares (Da Silva et al., 2021; Polevoy, 2022) y EDUFIT (Arday et al., 2010).

Independientemente de la metodología específica que se emplee, es importante reconocer que los programas de entrenamiento funcional de alta intensidad ejercieron un impacto significativo en el desarrollo de las diez capacidades físicas básicas del CrossFit: resistencia cardio-respiratoria (Borras et al., 2017; Da Silva et al., 2021; Eather et al., 2016b; Garst et al., 2020; Hakim et al., 2021; Polevoy, 2022; Rymar et al., 2022), resistencia muscular (Da Silva et al., 2021; Garst et al., 2020; Hakim et al., 2021), fuerza (Garst et al., 2020; Lasković et al., 2022; Rymar et al., 2022), flexibilidad (Eather et al., 2016b; Garst et al., 2020; Lasković et al., 2022), potencia (Eather et al., 2016b; Petrova & Bala, 2021), velocidad (Eather et al., 2016b; Rymar et al., 2022), coordinación (Eather et al., 2016b; Hakim et al., 2021) y agilidad (Eather et al., 2016b; Hakim et al., 2021). Con respecto al equilibrio y a la precisión no se han encontrado referencias.

Desde una visión global, los efectos positivos de las intervenciones sobre la condición física y salud fueron diversos, resultando complejo concretar la superioridad o inferioridad de unos programas frente a otros. No obstante, se resaltó el papel del CrossFit© para mejorar la resistencia aeróbica (Borras et al., 2017; Garst et al., 2020), la coordinación y agilidad (Eather et al., 2016b; Hakim et al., 2021), la fuerza del miembro superior (Eather et al., 2016b; Garst et al., 2020), inferior (Eather et al., 2016b; Petrova & Bala, 2021) y tronco (Garst et al., 2020; Hakim et al., 2021), flexibilidad y movilidad (Eather et al.,

2016b; Garst et al., 2020; Hakim et al., 2021), la composición corporal (Eather et al., 2016b), rendimiento del sistema cardio-respiratorio a través del Índice de Ruffier (Rymar et al., 2022) y la capacidad vital (Petrova et al., 2022). Para el entrenamiento funcional, se percibieron incrementos de la fuerza muscular del tren superior (Lasković et al., 2022), inferior (Lasković et al., 2022) y del tronco (Lasković et al., 2022), y la resistencia aeróbica (Polevoy, 2022). Para el TABATA y el EIAl mediante ejercicios multiarticulares se manifestaro mejoras en la presión arterial (Popowczak et al., 2022), la resistencia cardiovascular, la fuerza del miembro superior y el aumento del nivel de actividad física (Da Silva et al., 2021).

En contraposición, se detectaron dos investigaciones con efectos negativos o nulos efectos positivos sobre la muestra. Por un lado, Arday et al. (2010) revelaron peores valores de adiposidad, tensión diastólica, fuerza de presión manual y presión espiratoria máxima. Y por el otro lado, se percibió la existencia del mantenimiento de los resultados antes y después de la intervención para el *grip strength*, *curl-up* y *push up* (Eather et al., 2016b).

En relación con la calidad de las intervenciones y diseño metodológico, subrayar cuatro ensayos controlados aleatorios (Da Silva et al., 2021; Eather et al., 2016b; Garst et al., 2020; Lasković et al., 2022) y un ensayo controlado de grupos (Arday et al. 2010). Específicamente, una parte de los programas de entrenamiento fueron explicados de forma pormenorizada a través de la exposición de la magnitud del entrenamiento (Arday et al., 2010; Da Silva et al., 2021; Eather et al., 2016b; Polevoy, 2022), volumen, intensidad, densidad, ejercicios y progresión. Concretamente, se distinguió un grupo de ejercicios con una alta prevalencia de uso durante los programas de alta intensidad, el *squat* (Eather et al., 2016b), *push ups* (Polevoy, 2022), *deadlift* (Eather et al., 2016b; Lasković et al., 2022), *box jump* (Eather et al., 2016b; Hakim et al., 2021; Petrova & Bala, 2021) y *burpee* (Da Silva et al., 2021; Hakim et al., 2021; Petrova & Bala, 2021; Polevoy, 2022). En hilo con el párrafo anterior, se identificaron

varias herramientas de evaluación de la condición física durante los programas de intervención. En primer lugar, la resistencia cardiovascular fue valorada mediante el *course navette test* (Arday *et al.*, 2010; Eather *et al.*, 2016b; Garst *et al.*, 2020), el *yo-yo intermittent endurance test* (Da Silva *et al.*, 2021) y *running on the sport with an intensity 70%* (Hakim *et al.*, 2021); y para la resistencia anaeróbica se usó el 2000m test (Polevoy, 2022). Para la potencia del miembro inferior se usó el *triple jump test* (Petrova & Bala, 2021), *long jump test* (Rymar *et al.*, 2022) y *horizontal jump test* (Arday *et al.*, 2010). La coordinación y agilidad fueron testados por medio del *shuttle run test* (Arday *et al.*, 2010; Eather *et al.*, 2016b; Garst *et al.*, 2020; Hakim *et al.*, 2021). Los parámetros de salud fueron evaluados por medio de herramientas específicas: para la funcionalidad se usó el *life index* (Rymar *et al.*, 2022), el rendimiento cardiorrespiratorio y el índice de Ruffier (Rymar *et al.*, 2022), el nivel de presión hemodinámica del sistema vascular y el Índice de Robinson (Rymar *et al.*, 2022), el nivel de actividad física y el acelerómetro triaxial (Da Silva *et al.*, 2021), *Skibinski index* y la funcionalidad del sistema respiratorio, el *Shapovalova Index* y la intensidad específica del trabajo realizado (Petrova *et al.*, 2022), y la presión arterial mediante un tensiómetro automático (Popowczak *et al.*, 2022).

Variables psicológicas

El abordaje de las intervenciones fue amplio y diversificado, reflejando la búsqueda constante de métodos efectivos para el desarrollo de las variables psicológicas, destacando el CrossFit© Teens (Eather *et al.*, 2016a; Eather *et al.*, 2016b), CrossFit© (Borrás *et al.*, 2017), EIAI con hilo narrativo Maorí (Da Silva *et al.*, 2021), EIAI mediante ejercicios multiarticulares (Da Silva *et al.*, 2021; Costigan *et al.*, 2016; Polevoy, 2022) y EDUFIT (Arday *et al.*, 2010).

Los programas de entrenamiento de alta intensidad demostraron generar una serie de efectos positivos que impactan significativamente en diversos aspectos del individuo: la salud mental de los adolescentes (Costigan *et al.*, 2016; Eather *et al.*, 2016a; Harris *et al.*, 2017), la captación, retención, cumplimiento y satisfacción (Eather *et al.*, 2016a), tasas de participación y de adhesión al programa (Arday *et al.*, 2010), diversión (Borrás *et al.*, 2017), motivación (Da Silva *et al.*, 2021) y atención (Polevoy, 2022).

Asociado a los efectos de las intervenciones, apenas se identificaron mejoras en las variables estudiadas (Costigan *et al.*, 2016; Eather *et al.*, 2016a; Harris *et al.*, 2017). No obstante, otros autores revelaron relaciones positivas en las variables psicológicas. Eather *et al.* (2016a) observaron que los adolescentes en riesgo de trastorno psicológico mejoraron la autoestima y la autopercepción física tras la aplicación del programa CrossFit© Teens, además existieron relaciones positivamente significativas entre autopercepción física y la salud psicológica. Harris *et al.* (2022), pese a no detectar efectos significativos en la salud mental tras la aplicación de un EIAI con un hilo narrativo, se observaron mejoras notables en la condición física. Costigan *et al.* (2016) aplicaron dos intervenciones de trabajo (programa de entrenamiento

aeróbico y programa de fuerza-resistencia), obteniendo apenas leves mejoras no significativas en algunas variables (bienestar psicológico y apariencia percibida). Finalmente, Borrás *et al.* (2017) y Da Silva *et al.* (2021) observaron que los trabajos ejecutados a alta intensidad incrementan el grado de diversión, satisfacción y motivación.

Con respecto a los instrumentos de evaluación de las medidas pre-test y post-test, destacan las siguientes: *physical self-perception profile* (Eather *et al.*, 2016a), *strengths and difficulties questionnaire* (Eather *et al.*, 2016a; Harris *et al.*, 2017), *physical self-description questionnaire* (Costigan *et al.*, 2016; Eather *et al.*, 2016a), *kessler psychological distress scale* (Costigan *et al.*, 2016), *flourishing scale* (Costigan *et al.*, 2016) y *one-item feelings state questionnair* (Costigan *et al.*, 2016).

Rendimiento cognitivo

La diversidad de programas de entrenamiento de alta intensidad fueron notables, destacando en primer lugar el C-EIAI (Martínez-López *et al.*, 2018; Mezcua-Hidalgo *et al.*, 2019; Ruiz-Ariza *et al.*, 2019), seguido del EIAI mediante ejercicios multiarticulares (Costigan *et al.*, 2016), el EIAI (Wassenaar *et al.*, 2021), EDUFIT (Arday *et al.*, 2014) y B2L (Valkenborghs *et al.*, 2022).

La metodología de las intervenciones es compleja de analizar debido a las bajas aportaciones acerca de la magnitud del entrenamiento utilizada (Costigan *et al.*, 2016; Martínez-López *et al.*, 2018; Mezcua-Hidalgo *et al.*, 2019; Ruiz-Ariza *et al.*, 2019; Wassenaar *et al.*, 2021) y las derivaciones de las explicaciones del programa a otros estudios del mismo grupo de autores (Arday *et al.*, 2014; Valkenborghs *et al.*, 2022). Añadido a todo esto, la calidad de los grupos control se vio afectada por la inclusión de estiramientos estáticos ((Martínez-López *et al.*, 2018; Mezcua-Hidalgo *et al.*, 2019; Ruiz-Ariza *et al.*, 2019) y EF (Arday *et al.*, 2014; Costigan *et al.*, 2016; Wassenaar *et al.*, 2021; Valkenborghs *et al.*, 2022) con intervención de control.

En relación con los efectos positivos de los programas de alta intensidad, el C-EIAI presentó mejoras significativas sobre la creatividad e inteligencia emocional en adolescentes sedentarios (Ruiz-Ariza *et al.*, 2019); Martínez-López *et al.* (2018) estableció que dicho contenido del entrenamiento incrementa la atención, concentración y el cálculo matemático en el alumnado inactiva; Mezcua-Hidalgo *et al.* (2019) obtuvieron que una sola sesión de alta intensidad cooperativa al inicio de la jornada escolar incrementa la atención y concentración en clase durante al menos una o dos horas; Arday *et al.* (2014) observaron mejoras en el rendimiento cognitivo y académico a través del aumento del volumen e intensidad de las clases de EF mediante el uso de EDUFIT; Valkenborghs *et al.* (2022) detectaron la relación entre en entrenamiento concurrente específico (B2L) con la estimulación del metabolismo del hipocampo. En contraste, Costigan *et al.* (2016) y Wassenaar *et al.* (2021) examinaron mejoras moderadas o bajas para la función ejecutiva y nulas mejoras en el rendimiento cognitivo tras la intervención de un EIAI, respectivamente.

Finalmente, durante la implementación de los entrenamientos funcionales de alta intensidad se detectaron varias herramientas de valoración del rendimiento académico y cognitivo: para la función ejecutiva se empleó el *trail making test* (Costigan *et al.*, 2016), una prueba online ejecutada en un ordenador (Wassenaar *et al.*, 2021) y el *spanish overall and factorial intelligence test* (Arday *et al.*, 2014); para la creatividad y la inteligencia emocional utilizó el *CREA test* y el *trait emotional intelligence questionnaire*, respectivamente (Ruiz-Ariza *et al.*, 2019); para la memoria utilizaron pruebas *ad hoc* y el *serial 2-back task* (Valkenborghs *et al.*, 2022), mientras que para medir la atención selectiva y la concentración utilizó el *Brickenkamp d2 test* (Martínez-López *et al.*, 2018; Mezcuca-Hidalgo *et al.*, 2019); para el rendimiento en matemáticas y razonamiento lingüístico se usaron pruebas *ad hoc* (Martínez-López *et al.*, 2018).

Discusión

El propósito de esta revisión sistemática fue examinar el impacto del CrossFit® sobre la condición física y variables psicológicas de estudiantes de la ESO dentro del contexto de la asignatura de EF, así como su posible correlación con el rendimiento académico. Las evidencias sugirieron que la práctica de CrossFit® tiene efectos positivos en diversos aspectos relacionados con la condición física y el rendimiento cognitivo en otras asignaturas. Sin embargo, surgió la necesidad de investigaciones con una metodología más sólida que respalde la eficacia de las metodologías de alta intensidad en términos de autoconcepto, motivación y disfrute, así como la mejora de los indicadores de salud.

Partiendo de la premisa previa de que el CrossFit® generaba una mayor demanda fisiológica que otros deportes, los usuarios de la actividad mostraron una mayor adherencia y experimentaron mejoras en su rendimiento físico, independientemente de sus objetivos (Oliver-López *et al.*, 2022). En relación con los resultados de esta revisión, se percibieron incrementos en la capacidad aeróbica, fuerza muscular del miembro superior, inferior y tronco, la flexibilidad y movilidad articular, la coordinación y agilidad, y la composición corporal en adolescentes dentro del ámbito escolar y contextualizado en las clases de EF. Estos resultados concordaron con Li, Liu *et al.* (2023) quienes compararon dos programas de entrenamiento de alta intensidad sobre la condición física de los adolescentes, uno basado en la carrera (R-HIIT) y otro en movimientos funcionales (B-HIIT). Los resultados revelaron la eficacia del B-HIIT la resistencia cardiovascular y resistencia muscular. Li, Cheong *et al.* (2023) obtuvieron resultados positivos tras aplicar un programa contextualizado dentro de las clases de EF, potenciando la velocidad, coordinación, agilidad y potencia. En conexión con los autores anteriores, Jurić *et al.* (2023) revelaron efectos sobre la capacidad cardiovascular introduciendo los entrenamientos dentro de las propias clases de EF. En lo referente al tiempo de dedicación por sesión, Engel *et al.* (2019) desarrollaron un programa entrenamiento funcional multiarticular de alta intensidad (FunctionalHIIT)

basado en micro-sesiones de seis minutos dentro de las propias clases de EF, mejorando la potencia, resistencia muscular y velocidad.

Al abordar los aspectos de salud, la condición física emerge como un factor crucial que merece especial atención y mejora constante. Hancox *et al.* (2018) vincularon el nivel de Fitness y la función pulmonar desde la adolescencia hasta la edad adulta a través de incrementos en la capacidad aeróbica y los volúmenes pulmonares. Es más, Naylor *et al.* (2016) revelaron la relación anterior por medio la optimización de la salud, bienestar y forma física de personas con Diabetes tipo 2. Finalmente, tomando como referencia una revisión sistemática con metaanálisis (Bauer *et al.*, 2022), los autores confirmaron que las afirmaciones anteriores, los programas de alta intensidad implementados en niños y adolescentes en entornos escolares demostraron ser eficaces para potenciar el rendimiento neuromuscular y promover la salud.

Por otro lado, la actividad física podría tener múltiples beneficios sobre la salud mental de los jóvenes. De hecho, Collins *et al.* (2019) mostraron el impacto de la actividad física en la salud del “yo”, el cual es un término que abarca la autoestima, autoeficacia y autopercepción. Los resultados revelaron efectos positivos de la fuerza sobre la autoeficacia, fuerza física percibida, la autoestima física y autoestima global. Reforzando estos descubrimientos, Schranz *et al.* (2014) observaron que personas con sobrepeso y obesidad mejoraron la fuerza, autoeficacia y la autoestima global a corto y medio plazo. Es más, se destacó el papel de la autoeficacia como un mecanismo que explica el efecto positivo de la fuerza sobre la autoestima global (Smith *et al.*, 2018). Específicamente, el CrossFit® fue una poderosa herramienta asociada al sentido de comunidad, satisfacción y motivación (Claudino *et al.*, 2018), pudiendo estar contextualizado dentro las clases de EF y demostrando mejoras en la motivación del alumnado (Dudley *et al.*, 2020).

Por otra parte y a nivel de resultados, destacaron los efectos positivos del C-EIAI sobre diferentes áreas cognitivas, como la creatividad e inteligencia emocional en adolescentes sedentarios, estimulación del metabolismo del hipocampo y sobre la atención, concentración y cálculo matemático en estudiantes inactivos. Al mismo tiempo, otros autores (Hermassi *et al.*, 2022) subrayaron la relevancia del nivel de actividad física y el porcentaje de grasa corporal en relación con el buen o mal rendimiento académico. Para la función cognitiva, Reyes-Amigo *et al.* (2022) y Howie *et al.* (2015) percibieron que un programa de EIAI o de resistencia aeróbica de intensidad moderadas implicaría mejoras en la memoria de trabajo, función ejecutiva y rendimiento matemático del alumno escolar. En conexión con lo comentado anteriormente, Ben-Zeev *et al.* (2020) reportaron una potenciación del rendimiento escolar a través de un programa de EFAI.

Añadido a los resultados de la revisión, resultó importante tener en cuenta que esta revisión tiene ciertas limitaciones. La heterogeneidad de los contenidos de trabajo como el CrossFit®, entrenamiento funcional y EIAI, entre

otros, aumentó el riesgo de sesgo. Además, se destacó la ausencia de un profesional cualificado con las certificaciones de CrossFit® correspondientes (*CF-Level 1*) durante las intervenciones físicas, lo que dificultó una estandarización metodológica durante el análisis comparativo. También se incluyó un estudio que omitía el filtro de inclusión, fechado en el año 2010, lo que puede afectar a los resultados. Otro factor para tener en cuenta es la confusión conceptual y procedimental del EIAI y el EFAI en los diferentes estudios examinados. Con respecto al diseño experimental, se analizaron exclusivamente ensayos controlados aleatorios, lo cual podría disminuir la calidad del análisis e interpretación de los resultados, ya que otros tipos de estudios o enfoques metodológicos podrían haber aportado una evidencia más sólida para respaldar las conclusiones. También se incorporaron diferentes cursos académicos, lo que puede introducir variabilidad en los resultados por las diferencias condicionales, psicológicas y cognitivas durante la adolescencia. De la misma manera, no se tomaron en consideración ciertas variables relevantes a nivel metodológico (mediciones, seguimiento de los programas, porcentaje de abandonos, géneros, etnicidad, masa corporal de los sujetos, tipos de análisis de datos y análisis de la calidad de los estudios, entre otros). Los filtros de inclusión/exclusión pudieron ser mejorados teniendo en cuenta datos relacionados con las lesiones, desarrollo de otros deportes y nutrición.

Conclusiones

En un contexto educativo cada vez más exigente, complejo y diverso en términos curriculares, la búsqueda de métodos efectivos para promover un desarrollo integral de los estudiantes se vuelve imperativo. Por ello, esta revisión sistemática abordó los efectos del CrossFit® y otras modalidades de entrenamiento funcional sobre la condición física, salud, aspectos psicológicos y rendimiento académico de los estudiantes de la ESO, dentro del marco de la asignatura de EF. Además de investigar aspectos que previamente no habían sido considerados, esta revisión sistemática amplió el conocimiento al manifestar que el CrossFit® y otras formas de entrenamiento funcional de alta intensidad pueden mejorar tanto la forma física como el rendimiento cognitivo de los alumnos. Sin embargo, se señaló una falta de evidencias de calidad sobre el impacto de estas metodologías en el autoconcepto, motivación y diversos indicadores de salud.

En términos prácticos, se concluyó que las metodologías de entrenamiento funcional de alta intensidad, combinadas con los principios de variedad, intensidad y funcionalidad, tienen efectos positivos en diversas capacidades físicas básicas, como resistencia, fuerza, flexibilidad y coordinación. Esto sugiere su integración en unidades didácticas o situaciones de aprendizaje dentro del ámbito escolar, con el fin de optimizar el desarrollo físico de los estudiantes. Sin embargo, para fortalecer estas conclusiones y garantizar su sostenibilidad a largo plazo, es crucial realizar estudios longitudinales que analicen los efectos del CrossFit en adolescentes

a lo largo del tiempo. Estos estudios deben evaluar tanto el impacto en el rendimiento físico como en la salud mental, monitoreando el progreso de los estudiantes durante varios años para identificar beneficios duraderos y posibles riesgos asociados con su implementación continua.

En cuanto al entrenamiento concurrente, que ha mostrado beneficios sobre la salud mental de los adolescentes (mejoras en la autoestima, autopercepción física, diversión, satisfacción y motivación), es esencial profundizar en las diferencias entre subgrupos específicos. Se recomienda investigar cómo las metodologías de alta intensidad afectan a estudiantes diferenciados por género, nivel de condición física inicial o incluso a aquellos con necesidades educativas especiales. Esto puede hacerse a través de estudios cuasiexperimentales que controlen estas variables y permitan una comprensión más profunda de cómo adaptar los programas de CrossFit a las particularidades de cada grupo. Dichos estudios también podrían considerar variables psicológicas adicionales como la ansiedad, la resiliencia o la capacidad de trabajo en equipo, lo que proporcionaría una visión más completa del impacto de estos programas en el bienestar emocional de los estudiantes.

Por último, se subrayó el potencial de los programas de alta intensidad para desarrollar y optimizar el rendimiento cognitivo, transfiriendo estos beneficios a otras áreas académicas. Para avanzar en este campo, futuros estudios deberían explorar el impacto de la intensidad y la frecuencia del entrenamiento en el rendimiento académico. Investigaciones controladas en el ámbito escolar podrían medir variables como la memoria, la atención y las funciones ejecutivas antes y después de participar en programas de CrossFit, comparando los resultados con estudiantes que no participan en este tipo de entrenamientos. Además, sería interesante analizar si ciertos ajustes en la duración o el tipo de actividad (por ejemplo, sesiones más cortas pero más intensas) producen mejores resultados en la mejora de las capacidades cognitivas, lo cual podría tener implicaciones prácticas significativas en la estructura de los programas educativos. En este sentido, sería de especial importancia analizar los riesgos potenciales de estas prácticas y las limitaciones que puede tener en la ESO; así como la formación específica docente al respecto y sus potenciales implicaciones prácticas.

En conclusión, aunque los hallazgos actuales sugieren la integración de los programas de CrossFit en el currículo escolar, futuras investigaciones deben centrarse en estudios longitudinales, cuasiexperimentales y controlados, para examinar el impacto diferencial en distintos subgrupos, así como su efecto a largo plazo en la salud física, mental y el rendimiento académico de los adolescentes. Estas investigaciones proporcionarán una guía clara para la implementación de programas eficientes y adaptados a las necesidades individuales en contextos educativos.

Referencias

Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Garrido-Miguel, M. & Martínez-Vizcaino, V. (2017). Academic achievement and physical

- activity: a meta-analysis. *Pediatrics*, 140(6). <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1498>
- Ardoy, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R. & Ortega, F. B. (2014). A physical education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1). <https://doi.org/10.1111/sms.12093>
- Ardoy, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Chillón, P., Artero, E. G., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., ... & Ortega, F. B. (2010). Educando para mejorar el estado de forma física, estudio EDUFIT: antecedentes, diseño, metodología y análisis del abandono/adhesión al estudio. *Revista Española de Salud Pública*, 84(2), 151-168. <http://dx.doi.org/10.1590/S1135-57272010000200004>
- Bauer, N., Sperlich, B., Holmberg, H. C. & Engel, F. A. (2022). Effects of high-intensity interval training in school on the physical performance and health of children and adolescents: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine Open*, 8(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00437>
- Ben-Zeev, T., Hirsh, T., Weiss, I., Gornstein, M. & Okun, E. (2020). The effects of high-intensity functional training (HIFT) on spatial learning, visual pattern separation and attention span in adolescents. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2020.577390>
- Berral-Ortiz, B., Ramos-Navas-Parejo, M., Lara-Lara, F. & Moreno-Palma, N. (2022). School dropouts in Spain: A systematic review. *Frontiers in Education* (7). <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1083774>
- Borras, P. A., Herrera, J. & Ponseti, F. J. (2017). Effects of crossfit lessons in physical education on the aerobic capacity of young students. *Journal of Physical Education & Health-Social Perspective*, 6(10), 5-11.
- Camacho-Miñano, M. J., Fernández García, E., Ramírez Rico, E. & Blández Ángel, M. J. (2013). La Educación Física escolar en la promoción de la actividad física orientada a la salud en la adolescencia: una revisión sistemática de programas de intervención. *Revista Complutense de Educación*, 24(1), 9-26. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2013.v24.n1.41189
- Capdevila, A., Bellmunt, H., & Hernando, C. (2015). Estilo de vida y rendimiento académico en adolescentes: comparación entre deportistas y no-deportistas. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 27, 28-33.
- Chaput, J. P., Willumsen, J., Bull, F., Chou, R., Ekelund, U., Firth, J., ... & Katzmarzyk, P. T. (2020). 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years: summary of the evidence. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01037-z>
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. D. S., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... & Serrão, J. C. (2018). CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 4(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
- Collins, H., Booth, J. N., Duncan, A., Fawkner, S. & Niven, A. (2019). The effect of resistance training interventions on 'the self' in youth: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 5(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0205-0>
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Hillman, C. H. & Lubans, D. R. (2016). High-intensity interval training for cognitive and mental health in adolescents. *Medicine Science Sports Exercise*, 48(10). <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000993>
- Crance, M.-C., Trohel, J. & Saury, J. (2013). The experience of a highly skilled student during handball lessons in physical education: a relevant pointer to the gap between school and sports contexts of practice. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 18(1), 103–115. <http://doi.org/10.1080/17408989.2012.666790>
- Da Silva Bento, A. F., Páez, L. C. & Manuel de Mendonça Raimundo, A. (2021). High-intensity interval training in high-school physical education classes: Study protocol for a randomized controlled trial. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 24, 1. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2021.100867>
- Díaz, J. D. M., Chacón, V. O. & Ronda, F. J. M. (2016). El diseño de preguntas clínicas en la práctica basada en la evidencia. Modelos de formulación. *Enfermería Global*, 15(3), 431-438. <http://dx.doi.org/10.6018/eglobal.15.3.239221>
- Dudley, D., Weaver, N. & Cairney, J. (2020). High-intensity interval training and health optimizing physical education: Achieving health and educative outcomes in secondary physical education—A pilot nonrandomized comparison trial. *Journal of Teaching in Physical Education*, 40(2), 215. <http://dx.doi.org/10.1123/jtpe.2019-0264>
- Eather, N., Morgan, P. J. & Lubans, D. R. (2016a). Effects of exercise on mental health outcomes in adolescents: Findings from the CrossFit™ teens randomized controlled trial. *Psychology of Sport and Exercise*, 26, 14-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.05.008>
- Eather, N., Morgan, P. J. & Lubans, D. R. (2016b). Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens™ randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 34(3), 209-223. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1045925>
- Engel, F. A., Wagner, M. O., Schelhorn, F., Deubert, F., Leutzsch, S., Stolz, A. & Sperlich, B. (2019). Classroom-based micro-sessions of functional high-intensity circuit training enhances functional strength but not cardiorespiratory fitness in school children—a feasibility study. *Frontiers in Public Health*, 7, 291. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00291>
- Fernández-Espínola, C. F., Almagro, B. J. & Tamayo, J.

- (2020). Predicción de la intención de ser físicamente activo del alumnado de Educación Física: un modelo mediado por la necesidad de novedad. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 37, 442-448.
- García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Lubans, D. R. & Izquierdo, M. (2021). Effects of physical education interventions on cognition and academic performance outcomes in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 55(21), 1224-1232. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104112>
- García-López, L. M., Gutiérrez, D., González-Villora, S., y Valero-Valenzuela, A. (2012). Cambios en la empatía, la asertividad y las relaciones sociales por la aplicación del modelo de instrucción educación deportiva. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(2), 321-330. Retirado de <http://www.rpd-online.com/article/view/978>
- Garst, B. A., Bowers, E. P. & Stephens, L. E. (2020). A randomized study of CrossFit Kids for fostering fitness and academic outcomes in middle school students. *Evaluation and Program Planning*, 83, 101856. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2020.101856>
- Glassman, G. (2017). Guía de entrenamiento CrossFit nivel 1. *CrossFit training*
- González-Cutre, D., Romero-Elias, M., Jiménez-Loaisa, A., Beltrán-Carrillo, V. J. & Hagger, M. S. (2020). Testing the need for novelty as a candidate need in basic psychological needs theory. *Motivation and Emotion*, 44(2), 295-314. <https://doi.org/10.1007/s11031-019-09812-7>
- González-Cutre, D., Sicilia, A., Sierra, A. C., Ferriz, R. & Hagger, M. S. (2016). Understanding the need for novelty from the perspective of self-determination theory. *Personality and Individual Differences*, 102, 159-169. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.06.036>
- 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 and Adolescent Health*, 4(1), 23-35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Hakim, H., Mokhtar, M., Abdelkader, B. & Lalia, C. (2021). Efficiency Eight Weeks Program of CrossFit Exercises on the Level of Physical Fitness of Algerian High School Students. *Sports Science and Health*, 22(2), 143-150. <http://dx.doi.org/10.7251/SSH2102143H>
- Hancox, R. J. & Rasmussen, F. (2018). Does physical fitness enhance lung function in children and young adults?. *European Respiratory Journal*, 51(2). <https://doi.org/10.1183/13993003.01374-2017>
- Harris, N. K., Dulson, D. K., Logan, G. R., Warbrick, I. B., Merien, F. L. & Lubans, D. R. (2017). Acute responses to resistance and high-intensity interval training in early adolescents. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(5). <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001590>
- Harris, N., Warbrick, I., Fleming, T., Borotkanics, R., Atkins, D. & Lubans, D. (2022). Impact of high-intensity interval training including Indigenous narratives on adolescents' mental health: a cluster-randomised controlled trial. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 46(6). <https://doi.org/10.1111/1753-6405.13312>
- Herrero-Molleda, A., García-López, J. & Pérez-Pueyo, Á. (2023). Situación de aprendizaje en Educación Física y Química: el enfoque interdisciplinar en la LOMLOE. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (47), 146-155.
- Hermassi, S., Hayes, L. D., Sanal-Hayes, N. E. & Schwesig, R. (2022). Differences in Health-Related Physical Fitness and Academic School Performance in Male Middle-School Students in Qatar: A Preliminary Study. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.791337>
- Hoare, E., Milton, K., Foster, C. & Allender, S. (2016). The associations between sedentary behaviour and mental health among adolescents: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0432-4>
- Howie, E. K., Schatz, J. & Pate, R. R. (2015). Acute effects of classroom exercise breaks on executive function and math performance: A dose-response study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 86(3), 217-224. <https://doi.org/10.1080/02701367.2015.1039892>
- Jurić, P., Dudley, D. A. & Petocz, P. (2023). Does incorporating high intensity interval training in physical education classes improve fitness outcomes of students? A cluster randomized controlled trial. *Preventive Medicine Reports*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2023.102127>
- Keating, S. E., Johnson, N. A., Mielke, G. I. & Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity Reviews*, 18(8), 943-964. <https://doi.org/10.1111/obr.12536>
- Lasković, M., Marković, M. & Stanković, V. (2022). Functional Training vs. Physical Education Classes: The Effects on Physical Performance in Primary School Girls. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 133-141.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/B OE-A-2020-17264.pdf>
- Li, H., Cheong, J. P. G. & Hussain, B. (2023). The Effect of a 12-Week Physical Functional Training-Based Physical Education Intervention on Students' Physical Fitness—A Quasi-Experimental Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph20053926>

- Li, Z., Liu, Y., Han, X. & Zhou, Z. (2023). Effects of running-based versus body-weight-based high-intensity interval training on physical fitness in healthy adolescents. *Frontiers in Physiology*, *14*, 416. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1060216>
- Martínez-López, E. J., de la Torre-Cruz, M. J., Suárez-Manzano, S. & Ruiz-Ariza, A. (2018). 24 sessions of monitored cooperative high-intensity interval training improves attention-concentration and mathematical calculation in secondary school. *Work*, *46*, 25. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2018.03232>
- Mezcua-Hidalgo, A., Ruiz-Ariza, A., Suárez-Manzano, S. & Martínez-López, E. J. (2019). 48-hour effects of monitored cooperative high-intensity interval training on adolescent cognitive functioning. *Perceptual and Motor Skills*, *126*(2), 202-222. <https://doi.org/10.1177/0031512518825197>
- Mezcua-Hidalgo, A., Martínez-López, E. J., López-Serrano, S. & Ruiz-Ariza, A. (2020). Influencia de programas de entrenamiento de alta intensidad en el rendimiento cognitivo y académico de adolescentes: una revisión sistemática desde 2005-2019. *EmásF: revista digital de educación física*, (65), 41-54.
- Naylor, L. H., Davis, E. A., Kalic, R. J., Paramalingam, N., Abraham, M. B., Jones, T. W. & Green, D. J. (2016). Exercise training improves vascular function in adolescents with type 2 diabetes. *Physiological Reports*, *4*(4). <https://doi.org/10.14814/phy2.12713>
- Oderov, A., Arabskyi, A., Pankevych, Y., Indyka, S., Bielikova, N., Lashta, V., & Antonets, V. (2024). The Influence of Crossfit on the Dynamics of Physical Fitness Indicators of Youth. *Sport and Tourism Central European Journal*, *7*(1), 47-59.
- Oliver-López, A., García-Valverde, A. & Sabido, R. (2022). Summary of the evidence on responses on adaptations derived from crossfit training. A systematic review. *Retos*, *46*, 309-322. <http://dx.doi.org/10.47197/retos.v46.93442>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, *74*(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2021.10.019>
- Perlman, D. J. (2015). Help motivate the amotivated by being a supportive teacher. *Physical Education and Sport Pedagogy*, *20*(2), 204-214. <http://doi.org/10.1080/17408989.2013.868876>
- Petrova, A. & Bala, T. (2021). Influence of Crossfit Exercises on the Power Abilities of High School Pupils. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, *9*(6), 86-98.
- Petrova, A., Bala, T., Masliak, I. & Mameshina, M. (2022). The effect of CrossFit exercises on the physical health level of 16-17-year-old boys. *Journal of Physical Education and Sport*, *22*(4), 955-961.
- Polevoy, G. (2022). The influence of Burpee on the stability of attention of schoolchildren. *Motriz: Revista de Educação Física*, *28*. <https://doi.org/10.1590/S1980-657420220004422>
- Popowczak, M., Rokita, A., Koźlenia, D. & Domaradzki, J. (2022). The high-intensity interval training introduced in physical education lessons decrease systole in high blood pressure adolescents. *Scientific Reports*, *12*(1), 1974. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06017-w>
- Reyes-Amigo, T., Bezerra, A., Gomez-Mazorra, M., Boppre, G., Martins, C., Carrasco-Beltran, H., ... & Mota, J. (2022). Effects of high-intensity interval training on executive functions in children and adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. *Physical Activity Review*, *10*, 77-87. <http://dx.doi.org/10.16926/par.2022.10.23>
- Rojo-Ramos, J., Polo-Campos, I., Gómez-Paniagua, S., & Galán-Arroyo, M. D. C. (2024). Satisfacción y frustración con la novedad de los contenidos de Educación Física en estudiantes de Secundaria. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, *54*, 436-455.
- Ruiz-Ariza, A., Suárez-Manzano, S., López-Serrano, S. & Martínez-López, E. J. (2019). The effect of cooperative high-intensity interval training on creativity and emotional intelligence in secondary school: A randomised controlled trial. *European Physical Education Review*, *25*(2), 355-373. <https://doi.org/10.1177/1356336X17739271>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. The Guilford Press. <https://doi.org/10.1521/978.14625/28806>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, *61*, Article 101860. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>
- Rymar, O., Sorokolit, N., Solovey, A., Khanikants, O., Malanchuk, H. & Petryna, R. (2022). The effectiveness of implementation of crossfit tools in the process of physical education of high school pupils. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*, *1*, 497-509.
- Schranz, N., Tomkinson, G., Parletta, N., Petkov, J. & Olds, T. (2014). Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(20), 1482-1488. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092209>
- Smith, J. J., Beauchamp, M. R., Faulkner, G., Morgan, P. J., Kennedy, S. G. & Lubans, D. R. (2018). Intervention effects and mediators of well-being in a school-based physical activity program for adolescents: The 'Resistance Training for Teens' cluster RCT. *Mental Health and Physical Activity*, *15*, 88-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mhpa.2018.08.002>

- Valkenborghs, S. R., Hillman, C. H., Al-Iedani, O., Nilsson, M., Smith, J. J., Leahy, A. A., ... & Lubans, D. R. (2022). Effect of high-intensity interval training on hippocampal metabolism in older adolescents. *Psychophysiology*, *59*(11). <https://doi.org/10.1111/psyp.14090>
- Vansteenkiste, M., Ryan, R. M. & Soenens, B. (2020). Basic psychological need theory: Advancements, critical themes, and future directions. *Motivation and Emotion*, *44*(1), 1-31. <https://doi.org/10.1007/s11031-019-09818-1>
- Wassenaar, T. M., Wheatley, C. M., Beale, N., Nichols, T., Salvan, P., Meaney, A., ... & Johansen-Berg, H. (2021). The effect of a one-year vigorous physical activity intervention on fitness, cognitive performance and mental health in young adolescents: the Fit to Study cluster randomised controlled trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *18*, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01113-y>
- Wu, X. Y., Han, L. H., Zhang, J. H., Luo, S., Hu, J. W. & Sun, K. (2017). The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. *PLoS ONE*, *12*(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187668>
- Zhang, Z., Yang, R., Sun, G., & Wang, Y. (2024). Impact of CrossFit Training Programs on the Physical Health and Sociogenic Somatic Anxiety of Adolescents. *Iranian Journal of Public Health*, *53*(7), 1588

Datos de los/as autores/as:

Iván Sotelo Besada
David Pizarro Mateo

ivsotelobesada@gmail.com
david.pizarro@universidadeuropea.es

Autor/a
Autor/a