



Original

## Efecto de una unidad didáctica intermitente gamificada en Educación Física sobre la actividad física semanal de los escolares medida con acelerómetros: Un ensayo controlado y aleatorizado por grupos naturales. Estudio School-Fit

Santiago Guijarro-Romero<sup>a</sup>, Daniel Mayorga-Vega<sup>b,\*</sup>, Carolina Casado-Robles<sup>c</sup>, y Jesús Viciano<sup>c</sup><sup>a</sup> Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España<sup>b</sup> Departamento de Didáctica de las Lenguas, las Artes y el Deporte, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga, España<sup>c</sup> Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada, Granada, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 16 de mayo de 2024

Aceptado el 12 de septiembre de 2024

On-line el 8 de noviembre de 2024

#### Palabras clave:

Niños

Estrategias de modificación de conducta

Programa innovador

Pulseras de actividad

Gamificación

### R E S U M E N

El objetivo principal del presente estudio es analizar el efecto de una unidad didáctica intermitente gamificada utilizando estrategias de modificación de conducta en el contexto de la Educación Física sobre los niveles de actividad física semanal de los escolares medidos por acelerómetros. Un total de 203 escolares de Educación Primaria (39.8% mujeres; 9-12 años) de dos colegios públicos han sido asignados aleatoriamente al grupo experimental ( $n = 121$ ) y control ( $n = 82$ ). El grupo experimental ha realizado una unidad didáctica intermitente gamificada (utilizando los primeros 15 minutos de cada sesión) tres veces por semana durante cinco semanas. También se han aplicado estrategias de modificación de conducta como pulseras de actividad, establecimiento de metas y asesoramiento educativo para promover la actividad física habitual. Antes y durante la última semana de la intervención, los niveles de actividad física de los escolares han sido medidos objetivamente mediante acelerómetros ActiGraph wGT3X+/BT. Los resultados del Modelo Lineal Multinivel muestran que los escolares del grupo experimental han mejorado de manera estadísticamente significativa la actividad física moderada-vigorosa semanal ( $p < .05$ ,  $d = 0.42$ ). Además, la intervención ha mejorado estadísticamente el porcentaje de escolares que han alcanzado, de media, al menos 60 minutos de actividad física moderada-vigorosa y 10.000 pasos por día ( $p < .05$ ,  $V$  de Cramer = .521-.549). Una unidad didáctica intermitente gamificada utilizando estrategias de modificación de conducta parece ser efectiva para mejorar los niveles de actividad física de los escolares.

© 2024 Universidad de País Vasco. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

### Effect of a gamified-based intermittent teaching unit in Physical Education on schoolchildren's accelerometer-measured weekly physical activity: A cluster-randomized controlled trial. School-Fit study

### A B S T R A C T

The main objective of the present study was to analyze the effect of a gamified-based intermittent teaching unit using behavior modification strategies in the Physical Education setting on schoolchildren's accelerometer-measured weekly physical activity levels. A total of 203 primary schoolchildren (39.8% females; 9-12 years) from two public schools were cluster-randomly assigned into the experimental ( $n = 121$ ) and control ( $n = 82$ ) groups. The experimental group performed a gamified-based intermittent teaching unit (using the first 15 minutes of each session) three times per week for five weeks. Behavior modification strategies such as activity wristbands, goal setting, and educational counseling were also applied to promote habitual physical activity. Before and during the last intervention week, schoolchildren's physical activity levels were objectively measured through ActiGraph wGT3X+/BT accelerometers.

#### Keywords:

Children

Behavior modification strategies

Innovative program

Activity wristband

Gamification

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [dmayorgavega@uma.es](mailto:dmayorgavega@uma.es) (D. Mayorga-Vega).

The Multilevel Linear Model results showed that the experimental group schoolchildren statistically significantly improved weekly moderate-to-vigorous physical activity ( $p < .05$ ,  $d = 0.42$ ). Moreover, the intervention statistically significantly improved the percentage of schoolchildren achieving, on average, at least 60 minutes of moderate-to-vigorous physical activity and 10,000 steps per day ( $p < .05$ , Cramer's  $V = .521-.549$ ). A gamified-based intermittent teaching unit using behavior modification strategies seems effective for improving schoolchildren's physical activity levels.

© 2024 Universidad de País Vasco. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

## Introducción

Actualmente, existe una alta prevalencia de inactividad física entre los niños y adolescentes en edad escolar, y solo el 20% de los escolares a nivel mundial cumple con las recomendaciones de actividad física (AF) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (es decir, al menos un promedio de 60 minutos al día de AF de intensidad moderada a vigorosa (AFMV) a lo largo de la semana) (OECD/World Health Organization, 2023). El aumento del tiempo frente a las pantallas, así como las restricciones de movilidad causadas por la pandemia de COVID-19, podrían ser las principales razones, entre otras (OECD/World Health Organization, 2023). La alta prevalencia de inactividad física, junto con el hecho de que la AF habitual está asociada con una amplia gama de beneficios físicos, sociales y mentales (OECD/World Health Organization, 2023), convierte a los programas de promoción de la salud en niños en edad escolar en una prioridad social y global.

La mayoría de los sistemas educativos a nivel mundial tienen en los Estándares Nacionales de su currículo el objetivo de aumentar la AF habitual de los estudiantes durante su tiempo libre (Association for Physical Education, 2020; Hardman et al., 2014). Por lo tanto, la asignatura de Educación Física (EF) es un contexto crucial para abordar este problema (World Health Organization, 2018), proporcionando a los escolares niveles adecuados de variables mediadoras psicológicas como la percepción de autonomía o la motivación (Kelso et al., 2020), conocimientos procedimentales para practicar AF habitual en su entorno (Casado-Robles et al., 2022a; Elliot et al., 2013) o suficiente autonomía para regular su AF (Vicián et al., 2019). Además, los profesores de EF pueden aplicar técnicas de modificación de conducta (por ejemplo, auto-monitorización, establecimiento de metas; Michie et al., 2009) y ofrecer a los escolares oportunidades para aumentar y mantener comportamientos activos en su vida diaria (es decir, desplazamientos activos, clases de EF con aproximadamente un 50% de APMV, recreos activos en la escuela y tiempo libre dedicado al deporte o AF, tanto entre semana como los fines de semana) (Casado-Robles et al., 2022b; Elliot et al., 2013; Wong et al., 2021).

Sin embargo, algunas características del contexto de la EF dificultan alcanzar los objetivos relacionados con el aumento de la AF habitual: (a) el reducido tiempo curricular asignado a la EF (dos o tres sesiones semanales en la mayoría de los países europeos, Hardman et al., 2014); (b) el alto volumen de objetivos y contenidos curriculares que los profesores deben desarrollar a lo largo del año escolar (Casado-Robles et al., 2019); (c) la imposibilidad de monitorear la AF de los escolares fuera de la escuela cuando el profesor no está presente (European Commission/EACEA/Eurydice, 2013); y (d) la baja motivación de los escolares para aumentar su AF en su tiempo libre (Franco et al., 2020).

Para facilitar la solución de este problema tan complejo, se podrían aplicar unidades didácticas intermitentes propuestas por Vicián y Mayorga-Vega (2016). Esta estructura innovadora de unidad didáctica consiste en trabajar un objetivo particular durante solo unos minutos de una sesión de EF (por ejemplo, los primeros 15 minutos) y durante varias sesiones, dejando el resto de la clase para trabajar en otro objetivo diferente. De este modo, el tiempo

limitado de las sesiones de EF podría utilizarse de manera más eficiente para desarrollar diversos objetivos, prolongando y distribuyendo el tiempo de aprendizaje en general y la práctica específica a largo plazo. Estudios empíricos previos han demostrado la efectividad de esta estructura de unidad didáctica en el desarrollo y mantenimiento de los niveles de condición física relacionados con la salud a lo largo del tiempo (Guijarro-Romero et al., 2020). Por ejemplo, Guijarro-Romero et al. (2020) han mostrado que una unidad didáctica intermitente, consistente en trabajar intensamente a través de ejercicios de acondicionamiento físico (por ejemplo, entrenamiento en intervalos o juegos de carrera) durante los primeros 18-20 minutos de la parte principal de la sesión de EF, mejora la capacidad cardiorrespiratoria de los estudiantes de Educación Secundaria, evaluada con el test de 20 metros de ida y vuelta. Sin embargo, hasta la fecha no se ha aplicado para promover la AF habitual en los escolares.

Además, la metodología que utilizan los profesores de EF es particularmente relevante, especialmente con los niños. La gamificación es una metodología de enseñanza activa en la EF que está recibiendo progresivamente más atención (Arufe-Giráldez et al., 2022). La gamificación se define como el uso de elementos de juego en contextos no lúdicos con el objetivo de buscar una modificación del comportamiento o facilitar resultados de aprendizaje significativos (Deterding et al., 2011). Particularmente, proporciona motivación y disfrute a los participantes, haciendo que los estudiantes participen activamente en su propio proceso educativo, motivándolos a continuar practicando y generando interacciones sociales y colaborativas positivas (Arufe-Giráldez et al., 2022; Kapp, 2012). La introducción de algunos elementos como mecánicas de progreso (por ejemplo, puntos, insignias, tablas de clasificación), narrativa y personajes, control del jugador, retroalimentación inmediata, oportunidades para la resolución colaborativa de problemas, aprendizaje con desafíos crecientes, oportunidades para el dominio y subir de nivel, y conexión social, convierte el entorno educativo en un ambiente "gamificado" (Blázquez y Flores, 2020). En un metaanálisis reciente con dieciocho estudios (tres de ellos en Educación Primaria) realizado por Mazeas et al. (2022), se ha encontrado evidencia científica de la efectividad de la gamificación en la EF para promover la práctica de la AF.

Además, la tecnología ha surgido recientemente como un aliado importante tanto para los escolares como para los profesores de EF en el logro de objetivos relacionados con el aumento de la AF habitual (Strath y Rowley, 2018). La auto-monitorización del comportamiento (por ejemplo, a través de pulseras de actividad) es una técnica esencial en los programas de promoción de la AF (Michie et al., 2009). Por ejemplo, las pulseras de actividad ayudan a los escolares a comprender la interpretación de los niveles de AF y a confirmar el cumplimiento de las recomendaciones internacionales diarias de AF de la OMS (Colley et al., 2012; Mayorga-Vega et al., 2021). Además, proporcionan apoyo a los profesores de EF para controlar y evaluar la AF habitual de los escolares en periodos de tiempo en los que no están presentes, mostrando datos de validez adecuados en algunas variables de AF, como los pasos diarios realizados en condiciones de vida libre (Mayorga-Vega et al., 2023). Igualmente, las pulseras de actividad tienen características particu-

lares que hacen que estos dispositivos sean factibles y útiles para su uso en el entorno de la EF (Maher et al., 2017). Por ejemplo, las pulseras de actividad son fáciles de usar para los estudiantes (incluso hay modelos específicos adaptados para niños), son pequeñas y ligeras, incluyen una pantalla atractiva, proporcionan parámetros válidos para la auto-monitorización de la AF, alertas de objetivos, y también son asequibles económicamente para los profesores y las familias en general (Casado-Robles et al., 2022b; Maher et al., 2017).

En el metaanálisis de 45 estudios realizado por Casado-Robles et al. (2022b), las pulseras de actividad han demostrado ser una estrategia efectiva de modificación de conducta en programas de promoción de la AF, incrementando los niveles de AF realizados por los escolares. Otras estrategias también se han utilizado junto con las pulseras de actividad, como el establecimiento de metas y las sesiones de asesoramiento educativo (Casado-Robles et al., 2022b). Además, la inclusión de un mayor número de estrategias en los programas ha demostrado un mayor efecto en la AF diaria de los niños en edad escolar (Casado-Robles et al., 2022b). Sin embargo, Casado-Robles et al. (2022b) han detectado algunas lagunas en el conocimiento científico en torno a este asunto: a) específicamente en muestras de niños, los estudios son escasos, especialmente en el contexto escolar, y se deben desarrollar más investigaciones; y b) no hay estudios en los que se apliquen todas las estrategias mencionadas anteriormente al mismo tiempo en un programa dirigido a niños en edad escolar. Por lo tanto, considerando las lagunas previamente destacadas por Casado-Robles et al. (2022b), junto con la escasa evidencia de intervenciones gamificadas en el contexto de la EF para promover la AF de los niños en edad escolar medida de manera objetiva (solo tres estudios; Mazeas et al., 2022), parece ser un enfoque metodológico adecuado combinar la gamificación con todas las estrategias de modificación de conducta mencionadas anteriormente en el contexto de la EF, con el objetivo de aumentar la AF habitual de los escolares, utilizando pulseras de actividad como la principal técnica de modificación de conducta. Además, para verificar la efectividad de la intervención sobre los niveles objetivos de AF habitual de los escolares, se deberían utilizar instrumentos válidos para medir la AF de los escolares (Neil-Sztramko et al., 2021). Entre la gran cantidad de instrumentos para la evaluación de los niveles de AF objetiva de los escolares, los acelerómetros de investigación como los acelerómetros ActiGraph, son considerados los instrumentos más válidos para evaluar objetivamente la AF de los escolares (Romanzini et al., 2014; Trost et al., 2011). Los acelerómetros de investigación proporcionan la intensidad, el volumen y la frecuencia de la AF de los escolares (Miguelés et al., 2017). Lamentablemente, hasta donde sabemos, no se ha encontrado ningún estudio previo en el contexto de la EF que analice el efecto de una intervención gamificada utilizando múltiples estrategias de modificación de conducta (incluyendo pulseras de actividad, establecimiento de metas y asesoramiento educativo) sobre los niveles objetivos de AF habitual de los escolares. El presente estudio ha sido diseñado para abordar las lagunas en el conocimiento científico mencionadas anteriormente, investigando la efectividad de una unidad didáctica intermitente en el contexto de la EF gamificada y utilizando estrategias de modificación de conducta sobre los niveles semanales de AF de los escolares medidos con acelerómetros. En consecuencia, el objetivo principal del presente estudio fue analizar el efecto de una unidad didáctica intermitente gamificada y que utiliza estrategias de modificación de conducta (por ejemplo, pulseras de actividad, establecimiento de metas y asesoramiento educativo) en el contexto de la EF sobre los niveles semanales de AF de escolares de Educación Primaria medidos con acelerómetros. La hipótesis principal es que los estudiantes que realizan la unidad didáctica intermitente gamificada y que utilizan estrategias de modificación de conducta mostrarán niveles de AF habitual más altos en comparación con los escolares en condiciones de control.

## Método

### Diseño del estudio

El presente estudio ha sido reportado de acuerdo con las directrices CONSORT para ensayos controlados aleatorizados por grupos naturales (Campbell et al., 2012). Por razones prácticas y debido a la naturaleza del presente estudio (es decir, clases preestablecidas en un contexto escolar), se ha utilizado un diseño de ensayo controlado y aleatorizado por grupos naturales (Guijarro-Romero et al., 2020).

### Participantes

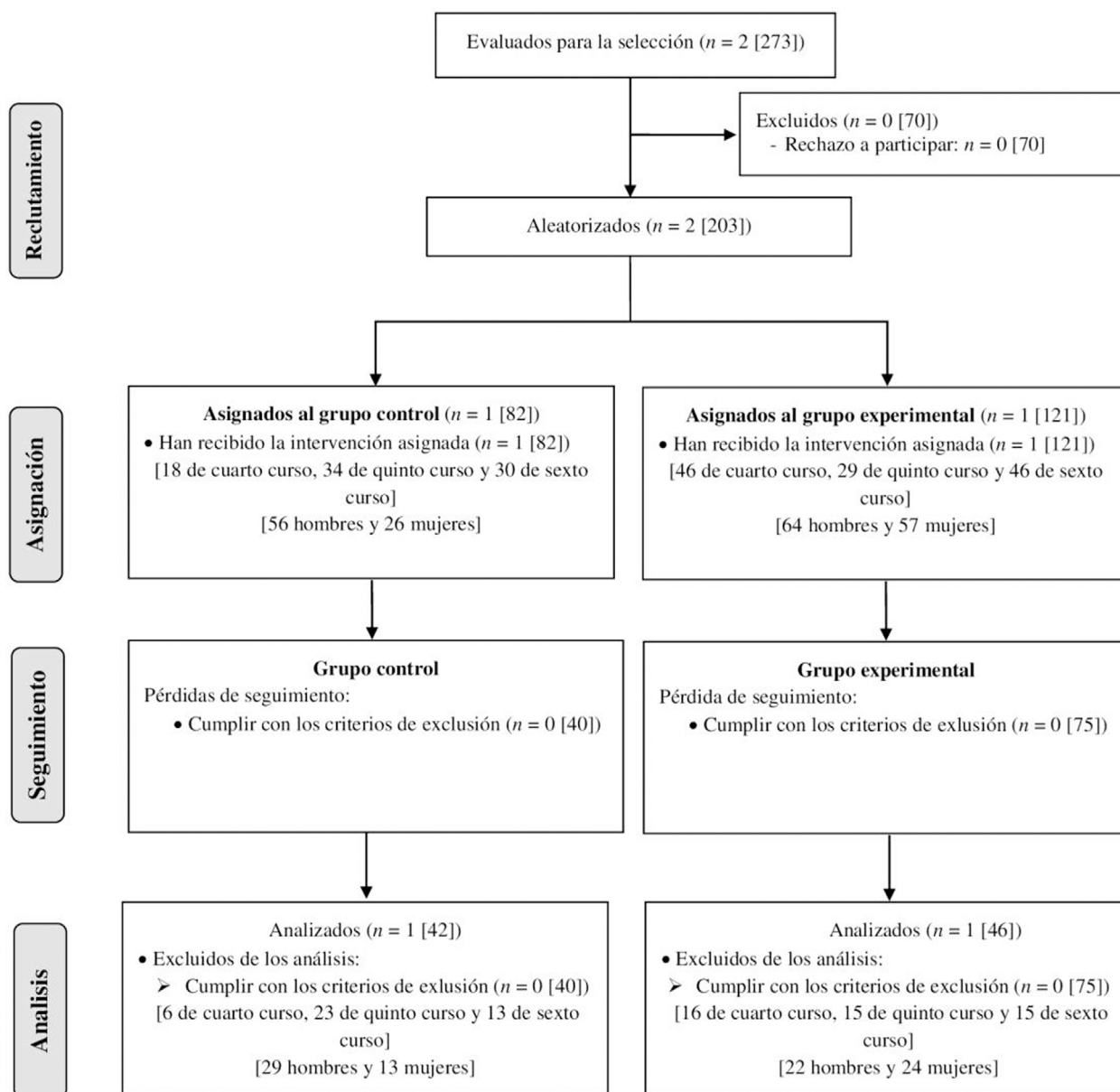
Se ha invitado a participar en el estudio a 273 escolares (39.9% mujeres) de cuarto a sexto curso de Educación Primaria (es decir, de 9 a 12 años). Todas las familias de los escolares tienen un nivel socioeconómico medio. Los criterios de inclusión han sido: (a) estar matriculado en cuarto a sexto curso de Educación Primaria (cursos para los cuales se han obtenido los permisos escolares y que tienen un alto nivel de madurez para usar las pulseras de actividad de manera autónoma); (b) participar en las sesiones normales de EF (es decir, estar exento de realizar la asignatura o no presentar ninguna discapacidad física que impidiera realizar las tareas durante las sesiones); (c) estar libre de cualquier problema de salud como enfermedades cardíacas, asma no controlado o problemas óseos/articulares que les impidieran participar en AF con normalidad; (d) presentar el consentimiento informado por escrito correspondiente firmado por sus tutores legales; y (e) dar su propio asentimiento verbal correspondiente. Los criterios de exclusión han sido: (a) no haber registrado una semana válida (es decir, al menos 600 minutos de tiempo de uso válido durante al menos dos días de la semana y un día del fin de semana) tanto en la evaluación previa como durante la última semana de la intervención; y (b) no haber tenido una tasa de asistencia igual o superior al 85% en las sesiones de EF durante el período de intervención.

De los 273 escolares (39.9% mujeres) que han sido invitados a participar en el presente estudio, 203 escolares (40.7% mujeres) han aceptado y cumplido con los criterios de inclusión. Sin embargo, al final, 88 escolares (51 hombres y 37 mujeres;  $M_{edad} = 10.1 \pm 0.8$  años; 22 de cuarto curso, 38 de quinto curso y 28 de sexto curso) han pasado los criterios de exclusión (Figura 1).

### Instrumentos

**Instrumentos antropométricos.** La masa corporal y la altura de los participantes se han medido mediante una balanza (Seca, Ltd., Hamburgo, Alemania; precisión = 0.1 kg) y un estadiómetro (Holtain Ltd., Crymmych, Pembro, Reino Unido; precisión = 0.1 cm) siguiendo los Estándares Internacionales para la Evaluación Antropométrica (Stewart et al., 2011).

**Acelerómetro.** La AF de los escolares se ha medido objetivamente con un acelerómetro wGT3X+/BT (ActiGraph, LLC, Pensacola, FL, EE.UU.). Los investigadores han ajustado los acelerómetros en la cadera derecha de los escolares utilizando una banda elástica (Miguelés et al., 2017). La inicialización, descarga, validación del tiempo de uso y el cálculo se ha realizado utilizando el software ActiLife Lifestyle Monitoring System, versión 6.13.4 (ActiGraph, LLC, Pensacola, FL, EE.UU.). El primer día con los datos obtenidos se ha considerado como un día de familiarización y no se ha utilizado para los análisis estadísticos (Mayorga-Vega et al., 2018). Los acelerómetros se han inicializado con una frecuencia de muestreo de 30 Hz (Evenson et al., 2008; Trost et al., 2011). Dado que los comportamientos de los escolares se caracterizan por ráfagas cortas de actividad que cambian rápidamente, se ha utilizado un intervalo (*epoch*) de un segundo (Miguelés et al., 2017). Se ha esta-



**Figura 1.** Diagrama de flujo de los participantes incluidos en el presente estudio. Todos los números corresponden a centros escolares [alumnos].

blecido un tiempo mínimo de uso de 600 minutos por día (Miguel et al., 2017). Los periodos sin uso se han establecido con una duración mínima de 60 minutos de intervalos (*epochs*) consecutivos de recuento cero con una tolerancia pico de hasta dos minutos (Oliver et al., 2011). La AF medida con acelerómetros ActiGraph ha mostrado una alta fiabilidad y validez entre los escolares (por ejemplo, AFMV, ROC-AUC = .90, Se = .88, Sp = .92) (Romanzini et al., 2014; Trost et al., 2011).

#### Variables de estudio

**Masa corporal, estatura, índice de masa corporal y estado de peso corporal.** La masa corporal y la estatura de los participantes se han medido en pantalones cortos, camiseta y descalzos. Para la medida de la masa corporal, el estudiante se ha situado en el centro de la balanza sin apoyo y con su peso distribuido uniformemente en ambos pies. Para la evaluación de la estatura corporal, los participantes se han colocado con los pies juntos, los talones, las nalgas

y la parte superior de la espalda tocando el estadiómetro, y con la cabeza colocada en el plano de Frankfurt. Se han realizado dos mediciones tanto de la masa corporal como de la estatura y se ha calculado el promedio de cada una (Stewart et al., 2011). Luego, se ha calculado el *índice de masa corporal* dividiendo la masa corporal por la altura al cuadrado ( $\text{kg/m}^2$ ). Finalmente, el estado de peso corporal de los participantes se ha categorizado según los puntos de corte del índice de masa corporal como con sobrepeso/obesidad o sin sobrepeso/obesidad (Cole et al., 2000).

**Pasos.** El conteo de *pasos* se ha evaluado mediante la configuración predeterminada de ActiLife para el conteo de pasos. Además, los pasos de los escolares se han dicotomizado como aquellos que cumplen o no cumplen con la recomendación diaria de al menos 10.000 pasos (Mayorga-Vega et al., 2021).

**Actividad física de intensidad moderada a vigorosa.** Para el porcentaje de tiempo dedicado a la AFMV, se han utilizado los puntos de corte de Evenson (es decir,  $\geq 2,296$  conteos/minuto) (Evenson et al., 2008; Trost et al., 2011). Este umbral ha demostrado la mejor



evidencia que respalda la validez de la puntuación para evaluar la AFMV entre los escolares en el estudio de validación cruzada realizado por [Trost et al. \(2011\)](#). Además, la AFMV de los escolares se ha dicotomizado como aquellos que cumplen o no cumplen con la recomendación diaria de al menos 60 minutos de AFMV ([World Health Organization, 2020](#)).

**Actividad física total.** Para calcular la AF total de los escolares se han utilizado los puntos de corte de Evenson (es decir,  $\geq 101$  conteos/minuto) ([Evenson et al., 2008](#)).

Para calcular los pasos, la AFMV y la AF de los escolares durante toda la semana, se ha establecido un criterio mínimo de dos días de la semana y un día del fin de semana con tiempo válido ([Mattocks et al., 2008](#)). Posteriormente, los niveles de AF semanal de los escolares se han calculado de la siguiente manera:  $[(5 \times \text{valor medio de los días laborables válidos}) + (2 \times \text{valor medio de los días válidos del fin de semana})] / 7$  ([Mayorga-Vega et al., 2022](#)).

### Procedimiento

El protocolo del presente estudio se ajusta a las declaraciones de la Declaración de Helsinki (64ª AMM, Brasil, octubre de 2013) y ha sido aprobado por el Comité de Ética de Estudios en Humanos de la Universidad de Granada (código: 1252/CEIH/2020). El reclutamiento de los participantes se ha llevado a cabo en junio de 2022. El equipo de investigación ha contactado e informado personalmente sobre el estudio a los directores y los profesores de EF de dos centros escolares públicos de Granada (Granada, España), elegidos por conveniencia, solicitando su permiso para llevarlo a cabo. Tras obtener la aprobación para realizar el presente estudio, para evitar la contaminación de los tratamientos, la aleatorización se ha realizado a nivel escolar, utilizando un generador de números aleatorios informatizado. Cada colegio tiene dos clases preestablecidas de 4º, dos de 5º y dos de 6º curso. Esto se ha hecho antes de que la evaluación pre-intervención haya sido administrada por un investigador independiente, que desconoce el objetivo del estudio, siguiendo una proporción 1:1 en los grupos experimental (GE) o control (GC). Los escolares y sus tutores legales han sido completamente informados sobre las características del estudio. Se ha obtenido el asentimiento verbal de los participantes y el consentimiento informado por escrito firmado por sus tutores legales antes de que participen en el estudio. Antes de realizar la intervención, se ha obtenido del expediente escolar la información sobre el género y la edad de los participantes y se han tomado sus medidas antropométricas. Además, antes de la intervención, los investigadores han diseñado las pautas para realizar correctamente las sesiones del GE y se las han entregado al profesor de EF. El investigador principal ha supervisado todas las sesiones y se ha asegurado de que se cumplieran todas las pautas durante el programa. La intervención se ha llevado a cabo de octubre a diciembre de 2022 (véase la sección de intervención). La toma de datos de AF de ambos grupos del estudio se ha realizado antes y durante la última semana de la unidad didáctica (pre-intervención y post-intervención, respectivamente) mediante acelerómetros wGT3X+/BT. Se ha instruido a los escolares a usar el acelerómetro durante ocho días consecutivos, desde que se despiertan hasta la hora de dormir, y a quitárselo solo cuando realicen actividades acuáticas o se bañen/duchen. Durante el tiempo que estén despiertos, se les ha pedido que mantuvieran sus niveles habituales de AF. La información sobre el uso correcto del acelerómetro se ha explicado antes de colocarlo por primera vez. Esta información se ha proporcionado a los escolares y a los padres por escrito para asegurar que puedan verificar y corregir la colocación de manera regular. Todas las evaluaciones han sido realizadas por el mismo evaluador, con el mismo instrumento y siguiendo los mismos protocolos.

### Intervención

Los escolares del GE han realizado una unidad didáctica intermitente basada gamificada ([Blázquez y Flores, 2020](#)) durante cinco semanas (tres sesiones/semana), con el objetivo de promover hábitos saludables de AF. Específicamente, los primeros 15 minutos de cada sesión se han dedicado a este objetivo durante de la unidad didáctica. El resto del tiempo de las sesiones se han trabajado otros contenidos y objetivos de EF (fútbol y baloncesto). La primera semana de la intervención se ha utilizado para presentar y organizar toda la propuesta (es decir, explicación de la misión y su objetivo, funcionamiento de la pulsera de actividad, el pasaporte saludable personalizado, el diario y la creación de equipos y sus avatares representativos). La narrativa de la intervención consiste en el viaje de un personaje creado llamado “Andaluzo”, cuya misión ha sido viajar por la región de Andalucía (sur de España), visitando todas sus provincias (es decir, “La aventura de Andaluzo”) y descubriendo juegos tradicionales en cada provincia. Las ocho provincias de Andalucía han correspondido a los ocho niveles de la aventura de Andaluzo, los cuales han tenido que superarse durante las semanas dos a cinco de la intervención. Por lo tanto, en cada una de esas cuatro semanas, los escolares han tenido que completar dos niveles. Para ello, han tenido que cumplir con cuatro desafíos progresivos de pasos. Para avanzar en cada nivel de la misión, los escolares han tenido que alcanzar un número mínimo de pasos diarios por semana (establecimiento de metas adaptativas de pasos), tanto a nivel individual como por equipos: 9.000, 10.000, 11.000 y 12.000 pasos/día en las semanas dos, tres, cuatro y cinco, respectivamente. Así, el logro de los desafíos ha sido igualmente importante a nivel individual como a nivel de equipo, ya que los logros individuales han influido en el éxito del equipo. Los escolares que han superado cada desafío de pasos han recibido un sello en su pasaporte saludable. Además, a medida que los equipos superaban los niveles, sus avatares han avanzado en un mapa de la misión, que ha estado colocado en la pared del aula con los avatares de todos los equipos. Además, cada vez que se ha superado un nivel, se ha desactivado un juego típico de la provincia alcanzada, que los escolares han practicado durante el tiempo restante de una de las sesiones de EF. Del mismo modo, se les ha hablado sobre algunos aspectos culturales de dichas provincias para que conocieran la cultura de los nuevos lugares geográficos descubiertos. Los escolares han llevado una pulsera de actividad durante todo el día, específicamente diseñada para escolares (Garmin Vivofit Junior 3), con el fin de promover la AF habitual. La notificación de logro de la meta de pasos ha sido activada en la pulsera de actividad. Durante los primeros 15 minutos de las sesiones, se ha analizado la información registrada por la pulsera para proporcionar retroalimentación a los escolares sobre sus hábitos diarios de AF. Junto con el uso de la gamificación, las pulseras de actividad y el establecimiento adaptativo de metas de pasos, también se ha aplicado asesoramiento educativo durante la intervención ([Casado-Robles et al., 2022b](#)). El asesoramiento educativo ha incluido información sobre: (1) recomendaciones de AF; (2) beneficios de la práctica habitual de AF; (3) tipos de AF que se pueden realizar según su intensidad para cumplir con las recomendaciones de AF (pirámide de AF); (4) barreras para la práctica de AF y sus posibles soluciones; (5) propuestas de práctica de AF saludable para períodos como el recreo y el tiempo libre, donde el comportamiento activo solo depende de su voluntad; (6) vídeos y noticias sensibilizadoras sobre la práctica de AF; y (7) mandamientos de salud. Finalmente, después de la unidad didáctica intermitente gamificada, todos los escolares han recibido el diploma de la aventura de Andaluzo y se les ha animado a mantener de forma autónoma el desafío de 12.000 pasos al día.

Con respecto a los escolares del GC, ellos también han realizado tres sesiones de EF por semana durante el periodo de intervención. Durante estas sesiones, se han trabajado contenidos de baloncesto

y fútbol durante toda la sesión. Sin embargo, este grupo no ha utilizado pulseras de actividad ni ha recibido ninguna estrategia específica de modificación de conducta desarrollada en el GE.

### Análisis de datos

El cálculo del tamaño de la muestra ha sido estimado *a priori* con el software *Optimal Design Plus Empirical Evidence* versión 3.01 para Windows, utilizando la función de ensayos aleatorizados por grupos naturales con resultados a nivel de persona. Los parámetros se han establecido de la siguiente manera: nivel de significancia  $\alpha = .05$ , número de participantes  $n = 10$ , tamaño del efecto  $\delta = 0.60$  (Casado-Robles et al., 2022b), coeficiente de correlación intraclass  $\rho = .01$ , poder estadístico  $(1 - \beta) = .80$ , y una tasa de abandono = 37% (Howie y Straker, 2016). Se ha estimado un tamaño mínimo de muestra final de 120 participantes (10 participantes por grupo; tamaño mínimo de muestra inicial igual a 191).

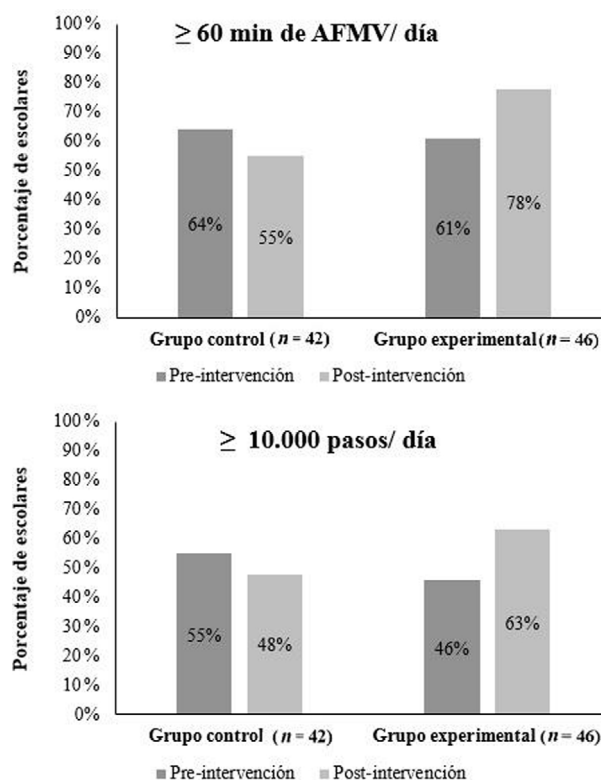
Se han calculado las estadísticas descriptivas (medias y desviaciones estándar, medias ajustadas y errores estándar o porcentajes). En primer lugar, se han verificado y cumplido todos los supuestos de las pruebas estadísticas mediante procedimientos comunes (por ejemplo, histogramas y diagramas Q-Q para la normalidad). Luego, se han realizado análisis de varianza (ANOVA) de un factor (para variables continuas) y la prueba de chi-cuadrado (para variables categóricas) para examinar posibles diferencias en cuanto a las características generales entre los dos grupos.

A continuación, se ha examinado el efecto de la unidad didáctica intermitente gamificada sobre la AF semanal de los escolares (es decir, variable continua). Dado que la implementación de los datos perdidos requiere suposiciones fuertes difíciles de justificar, se han utilizado análisis de “casos completos” que han incluido solo a aquellos cuyos resultados han sido conocidos (es decir,  $n = 88$ ) (Campbell et al., 2012). Debido a que la unidad de intervención ha sido la clase, se ha utilizado un Modelo Lineal Multinivel con participantes anidados dentro de clases y medidas anidadas dentro de participantes (Li et al., 2017). De todas las posibles variables de confusión que se han explorado (es decir, género, curso, masa corporal, estatura, índice de masa corporal, uso previo de la pulsera de actividad y uso actual de la pulsera de actividad), se ha utilizado género. Se ha empleado el método de estimación de máxima verosimilitud. Posteriormente, se han realizado comparaciones *post hoc* intra-sujeto por pares con el ajuste de Bonferroni. Por otro lado, se ha utilizado la prueba exacta de McNemar para examinar el efecto de la unidad didáctica intermitente gamificada sobre el porcentaje de escolares que han alcanzado, al menos, un promedio de 60 minutos de AFMV/10.000 pasos al día a lo largo de la semana. Los tamaños del efecto se han estimado utilizando el  $d$  de Cohen (para variables continuas) y la  $V$  de Cramer (para variables categóricas) en las comparaciones por pares. Todos los análisis estadísticos se han realizado utilizando SPSS versión 25.0 para Windows (IBM® SPSS® Statistics). El nivel de significancia estadística se ha establecido en  $p < .05$ .

## Resultados

### Características generales

Los resultados del ANOVA de un factor y de la prueba de chi-cuadrado no han mostrado diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las características generales entre los dos grupos ( $p > .05$ ), excepto para el curso ( $p < .05$ ) (Tabla Suplementaria 1). En cuanto a la tasa de asistencia, los participantes del GE incluidos han obtenido un promedio del 97.0% (14.5 sesiones).



**Figura 2.** Efecto de la unidad didáctica intermitente gamificada sobre el porcentaje de escolares que han logrado, en promedio, al menos 60 minutos de actividad física moderada a vigorosa (AFMV) al día y 10.000 pasos al día a lo largo de la semana. Los valores se reportan como porcentaje.

### Efecto de la unidad didáctica gamificada en la actividad física semanal de los escolares

Los resultados del Modelo Lineal Multinivel, seguidos de las comparaciones por pares intra-grupo, muestran que los escolares del GE han mejorado de manera estadísticamente significativa la AFMV semanal ( $p < .05$ ) de las medidas pre-intervención a las medidas post-intervención. Además, los resultados muestran que los escolares del GC han reducido de manera estadísticamente significativa la AF total semanal y los pasos ( $p < .05$ ) (Tabla 1). En cuanto al tiempo de uso válido, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ( $p > .05$ ).

Los resultados de la prueba exacta de McNemar muestran que el GE ha aumentado de manera estadísticamente significativa el porcentaje de escolares que han logrado, en promedio, al menos 60 minutos de AFMV al día ( $p = .021$ ,  $V$  de Cramer = .549) y 10.000 pasos por día ( $p = .039$ ,  $V$  de Cramer = .521). Sin embargo, para el GC no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ( $p > .05$ ) (Figura 2).

## Discusión

El objetivo principal del presente estudio es analizar el efecto de una unidad de didáctica intermitente gamificada y el uso de estrategias de modificación de conducta (por ejemplo, pulseras de actividad, establecimiento de metas y asesoramiento educativo) en el contexto de la EF sobre los niveles de AF semanal de escolares de Educación Primaria medidos con acelerómetros. Los hallazgos del presente estudio demuestran que los escolares que han participado en la unidad didáctica intermitente gamificada han mejorado sus niveles semanales de AFMV. Además, aunque no se han encontrado diferencias en la AF total ni en los pasos de los escolares, los

**Tabla 1**

Efecto de la unidad didáctica intermitente gamificada sobre los niveles de actividad física semanal de los escolares

	Pre-intervención	Post-intervención	Modelo Lineal Multinivel <sup>a</sup>			Tamaños del efecto <sup>b</sup>
	Media (EE)	Media (EE)	- 2LL	F	p	d
<b>AFMV</b>						
Control (n = 42)	66.2 (2.6)	62.9 (2.8)	1.441.580	7.092	.009	0.42
Experimental (n = 46)	67.3 (2.5)	71.4 (2.7)*				
<b>AF total</b>						
Control (n = 42)	185.6 (5.3)	177.2 (5.8)*	1.698.955	4.520	.036	0.35
Experimental (n = 46)	185.2 (5.1)	189.4 (5.6)				
<b>Pasos</b>						
Control (n = 42)	10.364.0 (351.8)	9.655.0 (385.7)*	3.184.740	7.893	.006	0.49
Experimental (n = 46)	10.660.6 (336.0)	11.132.3 (368.3)				

Nota. EE = Error estándar; - 2LL = -2 log-verosimilitud; AVMV = Actividad física moderada vigorosa; AF = Actividad física; <sup>a</sup> Modelo Lineal Multinivel con los participantes anidados dentro de las clases y las medidas anidadas dentro de los participantes como efectos aleatorios, y con el grupo de factores entre sujetos (control, experimental), el factor dentro del sujeto tiempo (pre-intervención, post-intervención) y el género como covariable como efectos fijos (es decir, ANCOVA anidado mixto de dos factores); Comparaciones *post-hoc* intrasujeto por pares con el ajuste de Bonferroni para cada grupo de forma independiente: \*  $p < .05$ ; <sup>b</sup> Tamaño del efecto *d* de Cohen.

niveles de estas variables previos a la intervención se han mantenido con respecto a la disminución de ambos en el GC después de la intervención. Junto con la gamificación, el uso de pulseras de actividad, el establecimiento de metas (es decir, desafíos de pasos adaptativos) y el asesoramiento educativo, que han demostrado ser las estrategias más efectivas en programas basados en pulseras de actividad (Casado-Robles et al., 2022b), podrían haber influido en este resultado positivo. Respecto a la magnitud del efecto de la intervención, estudios previos que han aplicado programas con estrategias de modificación de conducta similares han encontrado efectos menores en la AVMV de los escolares ( $d = 0.22$ , intervalo de confianza del 95% 0.13-0.31) (Casado-Robles et al., 2022b) que en el presente estudio ( $d = 0.42$ ). En este sentido, según Casado-Robles et al. (2022b), los programas de AF que incorporan un mayor número de estrategias de modificación de conducta son más efectivos para mejorar los niveles de AF en los escolares. En cuanto a los pasos diarios, sorprendentemente, aunque la gamificación, las pulseras de actividad, el establecimiento de metas y el asesoramiento educativo han demostrado ser más efectivos para influir en esta variable en programas de promoción de la AF (Casado-Robles et al., 2022b; Mazeas et al., 2022), no la han influido en el presente estudio. Varias razones pueden explicar este hallazgo. En primer lugar, las evaluaciones pre- y post-intervención realizadas con acelerometría se han llevado a cabo al comienzo del otoño y a mediados del invierno, respectivamente, en las que factores climáticos adversos pueden haber afectado la evaluación de la semana posterior a la intervención. Según la revisión de 26 estudios realizada por Zheng et al. (2021), la lluvia, las bajas temperaturas, la corta duración del día y la estación son los factores climáticos que más influyen negativamente en los niveles de AF de los escolares. De hecho, después del periodo de intervención, el GC ha reducido significativamente los pasos diarios, así como la AF total. Incluso se observa una ligera disminución, no significativa, en los niveles de AVMV de los escolares del GC. Sin embargo, el hecho de que el GE mantenga los pasos diarios y los niveles AF total después de la intervención, mientras que el GC disminuya ambos, indica que la intervención podría haber influido en este mantenimiento, evitando la disminución habitual de esta variable como consecuencia de las condiciones meteorológicas adversas, como la lluvia y las bajas temperaturas (Zheng et al., 2021). Además, aunque no fue significativo, los pasos diarios y la AF total de los escolares del GE muestran un ligero incremento después de la intervención. Esto sugiere que, si se dieran condiciones climatológicas similares (como la duración del día, ausencia de lluvia o temperaturas cálidas) en la semana de evaluación post-intervención, podrían haberse registrado diferencias significativas con respecto a los valores previos a la intervención. En segundo lugar, otra posible explicación de la falta de cambio en esta variable en el GE podría ser los altos valores iniciales de los escolares

del GE en esta variable (por ejemplo, el 61% tenía más de 60 minutos de AVMV y el 46% alcanzaba los 10.000 pasos diarios). En esta línea, Casado-Robles et al. (2022b) encontraron que los programas son menos efectivos para los escolares con altos valores iniciales de cumplimiento de las recomendaciones de AF (es decir, escolares físicamente activos). Este aspecto debe destacarse en el presente estudio, ya que, en comparación con el 20% de los escolares físicamente activos a nivel mundial (OCDE/World Health Organization, 2023), en este estudio este porcentaje ha sido del 61% antes de la intervención. Respecto al tamaño del efecto de la intervención sobre los pasos diarios y la AF total, estudios previos sobre programas con estrategias de modificación de conducta similares han encontrado efectos ligeramente mayores en los pasos diarios de los escolares ( $d = 0.61$ , intervalo de confianza del 95% 0.48-0.75) y efectos menores en la AF total ( $d = 0.15$ , intervalo de confianza del 95% 0.04-0.26) (Casado-Robles et al., 2022b) que en el presente estudio (pasos diarios:  $d = 0.49$ ; AF total:  $d = 0.35$ ). Por lo tanto, considerando estos resultados, parece que la unidad didáctica gamificada aplicada ha influido en la conciencia sobre una AF saludable, ya que, aunque la AF total no ha aumentado por las razones anteriormente mencionadas, la proporción correspondiente a AVMV sí lo ha hecho.

Una revisión sistemática y un metanálisis reciente ha revelado que solo tres estudios han examinado los efectos de intervenciones gamificadas en el entorno de la EF sobre los niveles de AF objetiva de los escolares (Mazeas et al., 2022). Sin embargo, hasta donde sabemos, este es el primer estudio que analiza el efecto de una intervención gamificada basada en el uso de estrategias de modificación de conducta sobre los niveles de AF habitual objetiva de los escolares. Estos hallazgos son similares a estudios previos en el entorno de EF que han realizado intervenciones gamificadas para promover la AF en escolares (Garde et al., 2016, 2018). Por ejemplo, Garde et al. (2016) han examinado el efecto de una intervención gamificada de una semana basada en el uso de un videojuego activo para el móvil sobre los niveles de AF objetiva de los escolares (es decir, pasos por día y minutos activos). Estos autores han encontrado que durante la semana de intervención los escolares han logrado niveles más altos de AF (es decir, pasos por día y minutos activos) en comparación con la semana de control en la que no se ha realizado ninguna intervención. De manera similar, Garde et al. (2018) también han examinado el efecto de una intervención gamificada de dos semanas basada en el uso de un videojuego activo para el móvil sobre los niveles de AF objetiva de los escolares. Estos autores han encontrado que, después de la primera semana de intervención, los escolares han logrado niveles más altos de AF, mientras que después de la segunda semana y el seguimiento, no se han encontrado diferencias en los niveles de AF. Sin embargo, la gamificación aplicada se ha basado en un videojuego activo para el móvil cuyos niveles son bastante limitados. Por lo tanto, según estos autores,

cuando los elementos gamificados desaparecen (por ejemplo, nuevos niveles a alcanzar) junto con el efecto de novedad, la motivación hacia la AF puede disminuir e influir en la práctica de la AF de los escolares. En este sentido, se podrían utilizar estrategias motivacionales como animar a los estudiantes a involucrarse en nuevos desafíos o usar tecnologías de la información y la comunicación con fines educativos para satisfacer la necesidad de novedad de los escolares (González-Cutre et al., 2021). Por ejemplo, sugerir a los escolares que mantengan los niveles de AF diaria que se han alcanzado después de la intervención y utilizar aplicaciones diseñadas específicamente para escolares para registrar y analizar su progreso individual en los niveles de AF (González-Cutre et al., 2021). Además, con el objetivo de lograr mayores efectos en los niveles de AF de los escolares, se deberían incluir estrategias adicionales de modificación de conducta, como pulseras de actividad, establecimiento de metas y asesoramiento educativo, como parte de los programas de promoción de la AF (Casado-Robles et al., 2022b). Otros estudios que han realizado intervenciones gamificadas para promover la práctica de AF con adolescentes y adultos encontraron que la aplicación de esta metodología, junto con otras estrategias de modificación de conducta (por ejemplo, dispositivos portátiles o establecimiento de metas), ha sido efectiva para mejorar los niveles de AF (por ejemplo, Corepal et al., 2019). Por lo tanto, la incorporación de la gamificación combinada con otras estrategias de modificación de conducta parece ser una forma efectiva de mejorar los niveles de AF de los escolares. En cuanto a la magnitud del efecto de la intervención, estudios previos que han aplicado programas de gamificación han encontrado efectos mayores en los pasos diarios y la AF total de los escolares ( $d=0.93$ , intervalo de confianza del 95%: 0.57-1.29) (Garde et al., 2016, 2018) que en el presente estudio ( $d=0.42$ ). Sin embargo, como se ha mencionado previamente, es importante destacar que después de la segunda semana de la intervención no se han encontrado cambios en los niveles de AF de los escolares en comparación con el nivel inicial (Garde et al., 2018). En este sentido, la corta duración de las intervenciones (es decir, una o dos semanas), junto con el efecto de novedad, podrían ser las razones de esta diferencia en los efectos. Según Neil-Sztramko et al. (2021), alcanzar niveles de AF que mejoren la salud representa un cambio de comportamiento que requiere tiempo.

Además, la unidad didáctica intermitente basada en gamificación utilizando estrategias de modificación de conducta ha aumentado el porcentaje de escolares del GE que realizan al menos un promedio de 60 minutos de AFMV al día (es decir, del 61% al 78%) o 10.000 pasos al día (es decir, del 46% al 63%) después de la intervención, según la Figura 2. Por lo tanto, la intervención gamificada aplicada ha contribuido positivamente a mejorar el cumplimiento de las recomendaciones de AF en la población estudiada (World Health Organization, 2020). Considerando los altos niveles de inactividad física entre los niños (OCDE/World Health Organization, 2023), este es otro resultado importante del presente estudio, ya que significa que después de la intervención hay un mayor porcentaje de escolares que cumplen con la recomendación mundial de AF (World Health Organization, 2020). Es decir, ha aumentado el porcentaje de escolares físicamente activos. Desafortunadamente, hasta donde sabemos, ningún estudio previo realizado en el contexto de la EF ha examinado el porcentaje de escolares que alcanzan este umbral de AF después de una intervención gamificada basada en estrategias de modificación de conducta (Casado-Robles et al., 2022b). De manera similar, Galy et al. (2019) han encontrado que, después de aplicar un programa educativo apoyado en la tecnología, los estudiantes con bajos niveles de actividad al inicio del programa (es decir, aquellos que cumplen con la recomendación de AF aproximadamente 2.4 días/semana), han cumplido con esta recomendación aproximadamente 3.5 días/semana al final del programa. Estos resultados sugieren que este tipo de intervención, basada en una metodología gamificada combinada con estrategias

de modificación de conducta, puede ser un precursor para que los escolares cumplan con las recomendaciones mundiales de AF.

La principal fortaleza del presente estudio es que, hasta donde sabemos, este es el primer estudio que analiza el efecto de una intervención gamificada basada en el uso de estrategias de modificación de conducta sobre los niveles habituales de AF objetiva de los escolares. Además, la AF fue medida objetivamente a través de un acelerómetro, que ha demostrado una excelente validez para evaluar la AF en escolares (Romanzini et al., 2014; Trost et al., 2011). Finalmente, el desarrollo de la unidad didáctica (es decir, el programa de intervención), distribuyendo el tiempo de aprendizaje en períodos cortos de solo 15 minutos durante las sesiones en lugar de concentrado (es decir, sesiones completas) es una novedad en los programas de promoción de la AF habitual (Viciano y Mayorga-Vega, 2016). Sin embargo, este estudio también presenta algunas limitaciones que deben ser reconocidas. En primer lugar, el tamaño de la muestra, no probabilística y relativamente pequeño, ofrece un menor poder de generalización. Esto limita la generalización de los resultados obtenidos a la población y al contexto particular estudiados. Sin embargo, debido a las restricciones de recursos humanos, tiempo y materiales, no se ha podido examinar una muestra probabilística y más grande. En segundo lugar, aunque inicialmente se ha reclutado un número suficiente de participantes para asegurar un poder estadístico adecuado y no se ha perdido a ninguno de ellos durante el desarrollo del estudio, ha habido una disminución en el cumplimiento del uso del acelerómetro y en la provisión de datos válidos. No obstante, los valores de incumplimiento observados en este estudio parecen ser típicos para este tipo de investigación (Howie y Straker, 2016). Finalmente, las condiciones climáticas son un aspecto clave que puede influir en las evaluaciones realizadas como parte de los programas escolares. Sin embargo, es un aspecto que tiene difícil solución, ya que una intervención cuya duración abarca varias semanas tendrá evaluaciones pre y post bajo diferentes condiciones climáticas en áreas con estaciones marcadas. No obstante, el uso de un diseño de ensayo controlado aleatorizado por grupos naturales con un grupo de control permite a los autores controlar que los resultados se deban a la intervención aplicada y no a posibles factores externos. Estudios futuros de investigación deberían incluir una muestra probabilística y más grande, lo que proporcionaría una mayor generalización de los resultados obtenidos. Además, sería interesante reproducir el presente estudio incluyendo apoyo psicosocial adicional, como el de maestros o padres, con el propósito de comprobar si se obtienen mejores resultados en el cumplimiento del uso del acelerómetro por parte de los escolares. Asimismo, sería interesante reproducir el presente estudio incluyendo una evaluación de seguimiento para verificar si los resultados post-intervención se mantienen después de algunos meses.

## Conclusiones

Una unidad didáctica intermitente gamificada utilizando estrategias de modificación de conducta en EF ha mejorado la AFMV de los escolares de Educación Primaria, así como el porcentaje de estudiantes que ha logrado al menos un promedio de 60 minutos de AFMV y 10.000 pasos al día. Además, junto con la mejora de los niveles de AF de los escolares, realizar unidades didácticas intermitentes permitiría a los profesores de EF desarrollar otros objetivos curriculares de la asignatura al mismo tiempo, durante las mismas sesiones. Por lo tanto, para cubrir estos importantes objetivos establecidos por la legislación vigente en la mayoría de los países, se propone que los profesores de EF sigan programas como el propuesto en este estudio para mejorar la situación de prevalencia de inactividad en los escolares. Los maestros son el primer paso para lograr cambios saludables a través de la EF, y esta unidad didáctica intermitente y su especial distribución del tiempo de aprendizaje



a lo largo del semestre parece ser una forma efectiva de lograr este propósito.

## Financiación

Esta publicación forma parte del proyecto School-Fit (Referencia: A-SEJ-448-UGR20), financiado por FEDER/Junta de Andalucía-Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.

## Declaración de contribución de autoría CRediT

**Santiago Guijarro-Romero:** conceptualización, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, roles/escritura - borrador original; redacción, revisión y edición.

**Daniel Mayorga-Vega,** conceptualización, tratamiento de los datos, análisis formales, metodología, supervisión, visualización, roles/escritura - borrador original, redacción, revisión y edición.

**Carolina Casado-Robles:** conceptualización, tratamiento de los datos, metodología, redacción, revisión y edición.

**Jesús Viciana:** conceptualización, adquisición de fondos, investigación, metodología, visualización, roles/escritura - borrador original, redacción, revisión y edición.

## Agradecimientos

Los autores agradecen sinceramente a todos los niños participantes. También agradecemos a Aliisa Hatten por la revisión del inglés del manuscrito.

## Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.psicod.2024.500156](https://doi.org/10.1016/j.psicod.2024.500156).

## Referencias

- Association for Physical Education. (2020). *Health position paper*. Association for Physical Education.
- Arufe-Giráldez, V., Sanmiguel-Rodríguez, A., Ramos-Álvarez, O., y Navarro-Patón, R. (2022). Gamification in physical education: A systematic review. *Education Sciences*, 12, 540. <https://doi.org/10.3390/educsci12080540>
- Blázquez, D., y Flores, G. (2020). Gamificación Educativa. En D. Blázquez (Ed.), *Métodos de enseñanza en educación física. Enfoques innovadores para la enseñanza de competencias (3ª Edición)* (pp. 297–325). INDE.
- Campbell, M. K., Piaggio, G., Elbourne, D. R., y Altman, D. G. (2012). Consort 2010 statement: Extension to cluster randomised trials. *BMJ*, 345, 1–21. <https://doi.org/10.1136/bmj.e5661>
- Casado-Robles, C., Guijarro-Romero, S., y Mayorga-Vega, D. (2019). Planificación en Educación Física mediante unidades didácticas innovadoras para incrementar los niveles de actividad física habitual de los escolares. En S. Alonso García, J. Romero Rodríguez, C. Rodríguez-Jiménez, y J. Sola Reche (Eds.), *Investigación, innovación docente y TIC. Nuevos horizontes educativos*. (pp. 283–296). Dykinson S.L.
- Casado-Robles, C., Viciana, J., Guijarro-Romero, S., y Mayorga-Vega, D. (2022a). Effect of an inside-outside school alternated teaching unit of knowledge of the environment for practicing physical activity: A cluster randomized control trial. *Journal of Teaching in Physical Education*, 41(1), 149–158. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2020-0132>
- Casado-Robles, C., Viciana, J., Guijarro-Romero, S., y Mayorga-Vega, D. (2022b). Effects of consumer-wearable activity tracker-based programs on objectively measured daily physical activity and sedentary behavior among school-aged children: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine-Open*, 8, 18. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00407-6>
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., y Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ*, 320(7244), 1240–1243. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
- Colley, R. C., Janssen, I., y Tremblay, M. S. (2012). Daily step target to measure adherence to physical activity guidelines in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(5), 977–982. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31823f23b1>
- Corenol, R., Best, P., O'Neill, R., Kee, F., Badham, J., Dunne, L., Miller, S., Connolly, P., Cupples, M. E., Van Sluijs, E. M. F., Tully, M. A., y Hunter, R. F. (2019). A feasibility study of “the stepsmart challenge” to promote physical activity in adolescents. *Pilot and Feasibility Studies*, 5(1), 132. <https://doi.org/10.1186/s40814-019-0523-5>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. En A. Lugmayr, H. Franssila, C. Safran, y I. Hammouda (Eds.), *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. (pp. 9–15). Association for Computing Machinery.
- Elliot, E., Erwin, H., Hall, T., y Heidorn, B. (2013). Comprehensive school physical activity programs: Helping all students achieve 60 minutes of physical activity each day. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 84(9), 9–15.
- European Commission/EACEA/Eurydice. (2013). *Physical education and sport at school in Europe Eurydice report*. Publications Office of the European Union.
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., y McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1557–1565. <https://doi.org/10.1080/02640410802334196>
- Franco, E., Coterón, J., Huéscar, E., y Moreno-Murcia, J. A. (2020). A person-centered approach in physical education to better understand low-motivation students. *Journal of Teaching in Physical Education*, 39(1), 91–101. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2019-0028>
- Galy, O., Yacef, K., y Caillaud, C. (2019). Improving pacific adolescents' physical activity toward international recommendations: Exploratory study of a digital education app coupled with activity trackers. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(12), e14854. <https://doi.org/10.2196/14854>
- Garde, A., Chowdhury, M., Rollinson, A. U., Johnson, M., Prescod, P., Chanoine, J. P., Ansermino, J. M., y Dumont, G. A. (2018). A multi-week assessment of a mobile exergame intervention in an elementary school. *Games for Health Journal*, 7(1), 43–50. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0023>
- Garde, A., Umedaly, A., Abulnaga, S. M., Junker, A., Chanoine, J. P., Johnson, M., Ansermino, J. M., y Dumont, G. A. (2016). Evaluation of a novel mobile exergame in a school-based environment. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 19(3), 186–192. <https://doi.org/10.1089/cyber.2015.0281>
- González-Cutre, D., Jiménez-Loaisa, A., Abós, Á., y Ferriz, R. (2021). *Estrategias motivacionales para incluir novedad y variedad en Educación Física*. En L. García-González (Ed.), *Cómo motivar en Educación Física. Aplicaciones prácticas para el profesorado desde la evidencia científica*. (pp. 99–116). Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza.
- Guijarro-Romero, S., Mayorga-Vega, D., Casado-Robles, C., y Viciana, J. (2020). Effect of a physical education-based fitness intermittent teaching unit on high school students' cardiorespiratory fitness: A cluster-randomized controlled trial. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(5), 700–708. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.10328-1>
- Hardman, K., Murphy, C., Routen, A., y Tones, S. (2014). UNESCO-NWCPEA: World-wide survey of school physical education. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*.
- Howie, E. K., y Straker, L. M. (2016). Rates of attrition, non-compliance and missingness in randomized controlled trials of child physical activity interventions using accelerometers: A brief methodological review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(10), 830–836. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.520>
- Kapp, K. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley.
- Kelso, A., Linder, S., Reimers, A. K., Klug, S. J., Alesi, M., Scifo, L., Chicau Borrego, C., Monteiro, D., y Demetriou, Y. (2020). Effects of school-based interventions on motivation towards physical activity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 51, 101770. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101770>
- Li, W., Xiang, P., Chen, Y., Xie, X., y Li, Y. (2017). Unit of analysis: Impact of Silverman and Solomon's article on field-based intervention research in physical education in the U.S.A. *Journal of Teaching in Physical Education*, 36(2), 131–141. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2016-0169>
- Maher, C., Ryan, J., Ambrosi, C., y Edney, S. (2017). Users' experiences of wearable activity trackers: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 17(1), 880. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4888-1>
- Mattocks, C., Ness, A., Leary, S., Tilling, K., Blair, S. N., Shield, J., Deere, K., Saunders, J., Kirkby, J., Smith, G. D., Wells, J., Wareham, N., Reilly, J., y Riddoch, C. (2008). Use of accelerometers in a large field-based study of children: Protocols, design issues, and effects on precision. *Journal of Physical Activity and Health*, 5(s1), 98–111. <https://doi.org/10.1123/jpah.5.s1.s98>
- Mayorga-Vega, D., Casado-Robles, C., Guijarro-Romero, S., y Viciana, J. (2023). Validity of activity wristbands for estimating daily physical activity in primary schoolchildren under free-living conditions: School-Fit study. *Frontiers in Public Health*, 11, 1211237. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1211237>
- Mayorga-Vega, D., Casado-Robles, C., López-Fernández, I., y Viciana, J. (2021). A comparison of the utility of different step-counters to translate the physical activity recommendation in adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 39(4), 469–479. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1826667>
- Mayorga-Vega, D., Fajkowska, M., Guijarro-Romero, S., y Viciana, J. (2022). High school students' accelerometer-measured physical activity and sedentary behavior by motivational profiles toward physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 93(4), 869–879. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1935432>
- Mayorga-Vega, D., Martínez-Baena, A., y Viciana, J. (2018). Does school physical education really contribute to accelerometer-measured daily physical activity and non sedentary behaviour in high school students? *Journal of Sports Sciences*, 36(17), 1913–1922. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1425967>
- Mazeas, A., Duclos, M., Pereira, B., y Chalabaev, A. (2022). Evaluating the effectiveness of gamification on physical activity: Systematic review and meta-analysis of

- randomized controlled trials. *Journal of Medical Internet Research*, 24(1), e26779. <https://doi.org/10.2196/26779>
- Michie, S., Abraham, C., Whittington, C., McAteer, J., y Gupta, S. (2009). Effective techniques in healthy eating and physical activity interventions: A meta-regression. *Health Psychology*, 28(6), 690–701. <https://doi.org/10.1037/a0016136>
- Migueles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Ekelund, U., Delisle Nyström, C., Mora-Gonzalez, J., Löf, M., Labayen, I., Ruiz, J. R., y Ortega, F. B. (2017). Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity and other outcomes: A systematic review and practical considerations. *Sports Medicine*, 47(9), 1821–1845. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0716-0>
- Neil-Sztramko, S. E., Caldwell, H., y Dobbins, M. (2021). School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021(9), CD007651. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007651.pub3>
- OECD/World Health Organization. (2023). *Step up! Tackling the burden of insufficient physical activity in Europe*. OECD Publishing.
- Oliver, M., Badland, H. M., Schofield, G. M., y Shepherd, J. (2011). Identification of accelerometer nonwear time and sedentary behavior. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(4), 779–783. <https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599814>
- Romanzini, M., Petroski, E. L., Ohara, D., Dourado, A. C., y Reichert, F. F. (2014). Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 91–99. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.732614>
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., y De Ridder, J. (2011). *International standards for anthropometric assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Strath, S. J., y Rowley, T. W. (2018). Wearables for promoting physical activity. *Clinical Chemistry*, 64(1), 53–63. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2017.272369>
- Trost, S. G., Loprinzi, P. D., Moore, R., y Pfeiffer, K. A. (2011). Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1360–1368. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318206476e>
- Viciano, J., y Mayorga-Vega, D. (2016). Innovative teaching units applied to physical education – changing the curriculum management for authentic outcomes. *Kinesiology*, 48(1), 142–152. <https://doi.org/10.26582/k.48.1.1>
- Viciano, J., Mayorga-Vega, D., Martínez-Baena, A., Hagger, M. S., Liukkonen, J., y Yli-Piipari, S. (2019). Effect of self-determined motivation in physical education on objectively measured habitual physical activity: A trans-contextual model. *Kinesiology*, 51(1), 141–149. <https://doi.org/10.26582/k.51.1.15>
- Wong, L. S., Gibson, A. M., Farooq, A., y Reilly, J. J. (2021). Interventions to increase moderate-to-vigorous physical activity in elementary school physical education lessons: Systematic review. *Journal of School Health*, 91(10), 836–845. <https://doi.org/10.1111/josh.13070>
- World Health Organization. (2020). *Who guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization.
- World Health Organization. (2018). *Global action plan on physical activity 2018–2030: More active people for a healthier world*. World Health Organization.
- Zheng, C., Feng, J., Huang, W. Y., y Wong, S. H. S. (2021). Associations between weather conditions and physical activity and sedentary time in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Health and Place*, 69, 102546. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102546>