

González-Víllora S et al. (2024) RELACIÓN ENTRE LA CARGA INTERNA Y EXTERNA DE LOS JUEGOS REDUCIDOS EN LAS CLASES DE EDUCACIÓN FÍSICA. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 24 (98) pp. 90-105.
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2024.98.007>

ORIGINAL

RELACIÓN ENTRE LA CARGA INTERNA Y EXTERNA DE LOS JUEGOS REDUCIDOS EN LAS CLASES DE EDUCACIÓN FÍSICA

RELATIONSHIPS BETWEEN INTERNAL AND EXTERNAL TRAINING LOAD OF SMALL-SIDED GAMES MEASURES IN PHYSICAL EDUCATION LESSONS

Juan Vicente Sierra-Ríos ¹, Filipe Manuel Clemente ^{2,3,4}, Sixto González-Víllora ^{1*}

¹ Departamento de Educación Física, Arte y Educación. Facultad de Educación, Universidad de Castilla la Mancha, 16001, Cuenca, Spain juanvisr@gmail.com

² Escola Superior Desporto e Lazer, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Rua Escola Industrial e Comercial de Nun'Álvares, 4900-347 Viana do Castelo, Portugal; filipe.clemente5@gmail.com

³ Research Center in Sports Performance, Recreation, Innovation and Technology (SPRINT), 4960-320 Melgaço, Portugal

⁴ Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, 1049-001 Lisboa, Portugal

Código UNESCO / UNESCO code: 5899 Otras especialidades pedagógicas (Educación Física y Deporte).

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 17. OTRAS (Rendimiento deportivo) / OTHER (Sport Performance)

Recibido 06 de enero de 2024 **Received** January 06, 2024

Aceptado 09 de septiembre de 2024 **Accepted** September 09, 2024

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo analizar los tipos de relación entre las intensidades internas y externas en estudios de cuarto grado (edad: $9,4 \pm 0,19$; estatura: $1,37 \pm 0,187$; masa corporal $41,56 \pm 7,95$). Cincuenta y cinco alumnos de dos grupos participaron en catorce sesiones monitorizadas con acelerómetros wGT3X y pulsómetros Polar Team Pro®. Registró una relación positiva para todas las variables, estando la frecuencia cardíaca promedio significativamente relacionada con la distancia total ($r=0,441$; $p<0,001$) y la velocidad media ($r=0,346$; $p<0,001$). La frecuencia cardíaca máxima también mostró una relación significativa tanto con la distancia total como con la

velocidad promedio respectivamente ($r = 0,329$; $p < 0,001$; $r = 0,183$; $p < 0,001$). El uso de enfoques alternativos con juegos de lados pequeños y el uso de fuerza lúdica como los ejercicios de CrossFit Educativo pueden promover positivamente una mejora relacionada en la intensidad del ejercicio ya a una edad temprana.

Palabras clave: Enseñanza comprensiva del deporte, Juegos reducidos condicionados, CrossFit educativo, fútbol, sexo.

ABSTRACT

This study aimed to analyse the types of relationship between internal and external intensities in fourth grade students (age: 9.4 ± 0.19 ; height: 1.37 ± 0.187 ; body mass 41.56 ± 7.95). Fifty-five students in two groups participated in fourteen sessions monitored with wGT3X accelerometers and Polar Team Pro® heart rate monitors. It showed a positive relationship for all variables, with average heart rate significantly related to total distance ($r=0.441$, $p < 0.001$) and average speed ($r=0.346$, $p < 0.001$). Maximum heart rate also showed a significant relationship with both total distance and average speed respectively ($r=0.329$; $p < 0.001$; $r=0.183$; $p < 0.001$). The use of alternative approaches with small-sided games and the use of playful force such as educational CrossFit exercises may positively promote a related improvement in exercise intensity already at a young age.

Keywords: Teaching Games for Understanding, Small-Sided conditioning Games, Educative CrossFit, soccer, sex.

1. INTRODUCTION

La educación física tiene como objetivo enseñar a los estudiantes a asimilar su condición física relacionada con la salud, así como su cuidado (Johns & Lindner, 2006). Es por eso por lo que los profesionales de la educación y la enseñanza deportiva llevan a cabo intervenciones que alientan a los niños a ser físicamente activos en las clases de educación física (EF), ayudando a consolidar los 60 minutos de actividad física moderada y vigorosa establecidos por la organización nacional de salud (Brownson et al., 2007). Para promover la actividad físico-deportiva en las escuelas, es necesario modernizar el plan de estudios de educación física y, en segundo lugar, el estilo de enseñanza. Los modelos de enseñanza enfatizan enfoques alternativos desde un punto de vista ecológico con respecto a la enseñanza del deporte, uno de los más utilizados es el Teaching Games for Understanding (TGfU) (Bunker & Thorpe, 1982). Este modelo de enseñanza contextualizada emplea el uso de juegos modificados (MG), enfatizando la motivación y la toma de decisiones de los atletas, aumentando la transferencia del aprendizaje a otros deportes (Serra-Olivares et al., 2015). Teniendo en cuenta que el fútbol en las clases de educación física puede representar un estímulo físico y fisiológico

interesante, es importante entender cómo se puede planificar y organizar este estímulo. Una de las formas de promover un estímulo físico y fisiológico intenso, al tiempo que se introducen contenidos técnicos y tácticos, son los juegos reducidos condicionados (JRC) o en inglés Small-Sided Games (SSG) (Clemente, 2018; Fernández-Espínola, Abad Robles, & Giménez Fuentes-Guerra, 2020; Los Arcos et al., 2015; Serra-Olivares et al., 2015). Los SSG pueden describirse como formatos restringidos del partido oficial, en los que el entrenador promueve cambios en los objetivos de la tarea y las reglas de la tarea para aumentar la percepción de los jugadores para objetivos y comportamientos específicos (Davids et al., 2013). Naturalmente, el maestro seleccionará los objetivos de tarea más apropiados y las reglas de tareas para ajustar los comportamientos del estudiante para lograr los comportamientos y objetivos para el ejercicio. La literatura científica considera apropiado promover niveles más altos de actividad física (AF) con el uso de enfoques docentes como el TGfU. En el ámbito escolar, Harvey et al. (Harvey et al., 2016) analizó los niveles de AF en una unidad didáctica de fútbol por SSG, promoviendo la acumulación del 50% del tiempo de sesión en AF moderada a vigorosa (AFVM). Mientras juegan al fútbol en las clases de educación física, los estudiantes pueden ser sometidos a un estímulo intermitente en el que se pueden alcanzar diferentes intensidades locomotoras (por ejemplo, caminar, correr y correr) (Stølen et al., 2005). Dado que el fútbol varía de intensidades bajas a moderadas a demandas de alta intensidad, es una buena manera de estimular diferentes sistemas energéticos y promover un buen estímulo metabólico y neuromuscular (de Dios-Álvarez et al., 2023). Este estímulo parece ser efectivo para mejorar la salud y el estado físico de los estudiantes en el contexto de las lecciones de educación física (Trajković et al., 2020). Los SSG son beneficiosos para el rendimiento físico con entrenamiento de fuerza como alternativa a los programas de entrenamiento tradicionales. Se ha demostrado que la frecuencia cardíaca (FC) causa aumentos en la capacidad aeróbica y el rendimiento anaeróbico (O'Hara et al., 2012; Smith et al., 2013) y combinarlos con el entrenamiento básico (Arslan et al., 2021). Dado que las demandas fisiológicas y físicas se pueden monitorear mientras se usan SSG, es importante comprender sus relaciones. Monitorizar la intensidad del ejercicio en estudiantes jóvenes es importante para tomar objetivos y decisiones más efectivos cuando los entrenadores diseñan programas de capacitación para mejorar las necesidades cambiantes de los individuos a través del proceso de maduración (Wrigley et al., 2012). Una de las ventajas del seguimiento es comprender el impacto individual del proceso de formación en los estudiantes. La carga de entrenamiento se ha desarrollado en otras definiciones de la organización del Colegio Americano de Medicina del Deporte como intensidad absoluta del ejercicio e intensidad relativa del ejercicio (Staunton et al., 2022). Las demandas físicas (también conocidas como carga externa) representan las demandas locomotoras impuestas por los ejercicios de entrenamiento a los estudiantes que pueden ser monitoreadas por sistemas

microelectromecánicos (Impellizzeri, Marcora, & Coutts, 2019). Las respuestas psicofisiológicas (también conocidas como carga interna) son las respuestas orgánicas a la carga externa que pueden variar de un estudiante a otro en función de factores como la aptitud física, la preparación y las condiciones psicológicas y/o ambientales (McLaren et al., 2018). Es de esperar que tanto las cargas internas y externas puedan presentar relaciones, aunque no perfectas. Revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios previos pueden encontrar que el esfuerzo percibido y la frecuencia cardíaca derivada de la carga interna muestran una asociación positiva con la carrera y la carga externa derivada del acelerómetro durante el entrenamiento del deporte de equipo. Además, la distancia total (DT) tiene la asociación más fuerte con una carga interna e indicadores de intensidad (McLaren et al., 2018). Del mismo modo, la carga externa depende en gran medida de la distancia total y su relación con la carga interna. Finalmente, la distancia recorrida por encima del umbral de alta velocidad está fuertemente asociada con la distancia total de la sesión en el deporte de equipos (Gallo et al., 2015). Pocos estudios analizan la relación entre la intensidad del entrenamiento y el impacto de los SSG en los jugadores jóvenes (de Dios-Álvarez et al., 2023; Maughan, MacFarlane, & Swinton, 2021; Santos et al., 2021) conociendo la forma importante de asegurar un estímulo adecuado en los jugadores (Younesi et al., 2021). La mayoría de ellos sugieren la relación entre la carga interna y externa. Por ejemplo (de Dios-Álvarez et al., 2023), presentan una correlación moderada a alta entre las variables de carga externa derivadas del GPS y la carga interna en jugadores de fútbol jóvenes, pero el mismo estudio muestra una pequeña correlación entre el esfuerzo percibido y la carga externa derivada del GPS. Otra investigación (Maughan, MacFarlane, & Swinton, 2021), muestra una correlación entre el esfuerzo percibido y la carga de entrenamiento externo, por lo que una relación muy grande entre el esfuerzo percibido y la distancia total. Este estudio es importante para que pueda ser el primer estudio que pruebe la relación entre las cargas internas y externas en estudios sobre el contexto de la educación física. La importancia se considera relevante para analizar la actividad física en entornos recreativos con enfoques pedagógicos. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo analizar la relación entre la intensidad del entrenamiento interno y externo en las sesiones de educación física de jóvenes estudiantes basadas en el fútbol. La hipótesis podría ser si la relación entre la intensidad interna y externa fuera positiva.

2. Materiales y Métodos

2.1 Diseño del estudio

Esta investigación observó un diseño de estudio paralelo que contenía sesiones de educación física en una unidad didáctica de fútbol basada en el TGfU con SSG y otra con entrenamiento de fuerza de CrossFit Educativo (CrossFit Kids) y SSG de fútbol. Las clases de educación física fueron

monitoreadas durante el período para establecer las relaciones.

2.2 Procedimiento

El estudio se realizó en una escuela primaria. El enfoque experimental ocurrió de enero a marzo de 2020 hasta el confinamiento por COVID-19, con dos grupos de cuarto grado. Ambos grupos experimentales tienen dos sesiones de intervención a la semana durante siete semanas. Como resultado, se emplearon catorce sesiones experimentales con una duración media de 45 minutos cada una. Los niveles de actividad física son monitorizados por acelerómetros y frecuencia cardíaca por Polar Team Pro®.

2.3 Participantes

El presente estudio utilizó un diseño de caso intersujeto no probabilístico para la conveniencia de dos lecciones. Cincuenta y cinco estudiantes de 9 años fueron designados para dos lecciones de intervención, un grupo (n = 27; 19 niños y 8 niñas) participó en una unidad didáctica de fútbol en SSG basada en TGfU, y el otro grupo (n = 29; 17 niños y 12 niñas) en entrenamiento de fuerza de CrossFit Educativo y SSG de fútbol. La Tabla 1 muestra la información sobre la edad, altura, altura sentada, peso, masa corporal y el porcentaje de adherencia al índice del programa de entrenamiento de cada equipo. El estudio actual describió 14 sesiones de entrenamiento divididas por 7 semanas. Los jugadores tenían los mismos niveles de habilidad competitiva y de juego. Los jugadores fueron asignados aleatoriamente a grupos y todos los participantes estuvieron presentes en todas las sesiones de entrenamiento utilizando un acelerómetro y Polar Team Pro®.

Tabla 1: Información de los sujetos sobre edad, altura, altura sentada, peso e IMC según grupos

	SSG (N=27)	CROSSFIT KIDS COMBINADO CON SSG (N=29)	TOTAL (N=56)
	(M ±SD)	(M ±SD)	(M ±SD)
EDAD (AÑOS)	9,04 ±0,19	9,11 ±0,31	9.04±0.187
ESTATURA (M)	1,37 ±0,08	1,37 ±0,06	1.37±0.06
ALTURA SENTADA (CM)	69,08 ±3,89	69,13 ±3,86	69.11±3.88
MASA CORPORAL (KG)	37.40 ±10.93	36,48 ±7,72	41.56±7.95
ÍNDICE DE MASA CORPORAL IMC (KG/M ²)	19.54 ±4.17	19.20 ±3.22	19.88±2.95
ADHERENCIA AL PROGRAMA DE FORMACIÓN (%)	6.80±5.23	5.10±3.53	5.95±4.21

Nota. n: muestra; M: promedio; DE: desviación estándar; m: metro; cm: centímetro; kg: kilogramos

2.4 Variables

2.4.1 Variables independientes

El estudio se estableció en dos grupos dentro del mismo año escolar (4º grado de primaria) y se dividió según la clase a la que corresponden. La aleatorización no debe realizarse ya que no se encontraron diferencias significativas al comparar las variables basales.

2.4.2 Intervención formativa

Un maestro de educación física aplicó ambos programas de entrenamiento (SSG y CrossFit educativo combinado con SSG). Programa CrossFit Kids es relacionado con la maduración del estudiante con WOD más cortos, a través de cargas ligeras unido con movimientos reales y materiales adaptados (Sibley, 2012). Según (Evangelio et al., 2021) algunos ejemplos de CrossFit Kids a los estudiantes: el maestro evitó ejercicios complejos de CrossFit y los estudiantes usaron recursos disponibles en cualquier clase de educación física (por ejemplo, colchonetas o bancos). El maestro destacó que los ejercicios seguros y efectivos en cada WOD serían más importantes que hacerlos rápidamente. Los participantes en el CrossFit Educativo combinado con el grupo SSG desarrollaron las actividades utilizando la técnica analítica utilizada hasta el momento, siguiendo la estructura de a) calentamiento con carrera continua y movilidad articular; b) Parte de fuerza basada en el entrenamiento TABATA CrossFit Kids. Este tipo de entrenamiento se basa en ocho ejercicios de fuerza diferentes utilizando su peso corporal como intensidad, durante cuatro minutos divididos en 20 segundos de trabajo con 10 segundos para descansar. Los estudiantes hicieron dos ciclos con dos minutos de descanso entre ellos. Después del entrenamiento de CrossFit Kids, los estudiantes realizaron 20 minutos de actividades de fútbol basadas en SSG con ejercicios técnicos y tácticos de acuerdo con el objetivo; y c) concluir con ejercicios de estiramiento. Los jugadores del grupo basado en SSG desarrollaron las sesiones utilizando la siguiente estructura: a) calentamiento con un juego lúdico con el balón; b) se introdujo una reflexión inicial en la que se expuso el objetivo de la sesión; b) Se realizaron los juegos modificados con los que, práctica y experimentan, se favorece el aprendizaje que surge. Los ejercicios basados en SSG fueron formatos 3 vs. 3, una zona de juego de 10 x 20 metros con una portería a cada lado del campo de dos metros, así como sin límite de contacto con el balón. Finalmente, la formación concluyó con una reflexión final en la que se trasladaron los aspectos aprendidos.

2.4.3 Variables dependientes

La intensidad se analizó por los niveles de actividad física y la frecuencia cardíaca. Los niveles de actividad física (representados como intensidad externa) se midieron en recuentos por minuto en variables actividad física

ligera, moderada, vigorosa y moderada a vigorosa (AFMV). En cuanto a la frecuencia cardíaca (intensidad interna) se analizó como latidos por minuto como porcentaje total en las variables mínima, media y máxima. Para medir esta variable se implementaron acelerómetros wGT3X para niveles de PA y Polar Team Pro® a HR.

2.4.4 Protocolo de actuación

La medición antropométrica se realizó de acuerdo con el protocolo de Kushner (Kushner, Gudivaka, & Schoeller, 1996). La masa corporal y la altura se midieron dos veces con un intervalo de cinco minutos entre las mediciones. La masa corporal se midió con una precisión de 100 g utilizando una balanza digital calibrada (SECA Modelo 861, Vogel y Halke, Hamburgo, Alemania) con niños ligeramente vestidos sin zapatos. La altura se midió al milímetro más cercano usando un estadiómetro montado en la pared, con niños parados directamente contra la pared sin zapatos, para alinear la columna vertebral con el estadiómetro. La cabeza se colocó de manera que la barbilla quede paralela al suelo. La media de las dos medidas de masa corporal y altura se utilizó para calcular el IMC como la masa corporal en kilogramos dividida por el cuadrado de la altura en metros (kg / m^2). Los acelerómetros wGT3X (tres ejes, 100 Hz, ActiGraph) se utilizaron para medir los niveles de AF durante las sesiones de entrenamiento. El instrumento fue probado previamente por su validez y confiabilidad para medir los niveles de AF (Jimmy, Seiler, & Mäder, 2013). El dispositivo se colocó en la cadera derecha, por encima de la cresta ilíaca, cerca del centro de gravedad (Trost, Mciver, & Pate, 2005). Los acelerómetros fueron programados a 100 Hz y exportados en la época de 1 segundo. Los puntos de corte obtenidos de (Evenson et al., 2008) de los acelerómetros fueron AF sedentaria 0-100 counts por minuto (CPM), AF ligera 100-2295 CPM, AF moderada 2296-4012 CPM y AF vigorosa ≥ 4013 CPM. Los datos fueron analizados utilizando el software Actilife 6.0. Respecto al sistema de grabación y monitorización Polar Team Pro®. Registrar la frecuencia cardíaca y la distancia recorrida durante la ejecución de las tareas de forma objetiva. El sistema Polar Team Pro® está compuesto por: (I) un sensor que permite la grabación GPS (10 Hz), un acelerómetro, giroscopio y brújula digital (200 Hz); (II) una banda pectoral de 60 gramos de peso; (III) una estación de sincronización y carga de sensores [Polar Team Pro®]; y (IV) una aplicación compatible con un iPad® para vaciar la información en la nube Polar® [Polar Team Pro App®]. Una vez configurado el perfil de cada participante con la información relacionada con la edad, peso y talla, se asignó un número de sensor personal a cada uno para registrar específicamente las variables citadas, considerando las características antropométricas del estudiante. El sistema de telemetría Polar Team Pro® (Polar Team System, Polar Electro Oy, Finlandia), que incluye un GPS que funciona a una frecuencia de muestreo de 1 Hz e incorpora un acelerómetro triaxial a 1 Hz, se utilizó para registrar la distancia total recorrida (D_{tot}) ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$), la distancia a cada intensidad de

esfuerzo (3-5 categorías de intensidad de esfuerzo) ($m \cdot \text{min}^{-1}$), y velocidad máxima alcanzada (V_{max}) ($m \cdot \text{sec}^{-1}$). El sistema es preciso y confiable, como se reveló en investigaciones independientes recientes (Akyildiz, Yildiz, & Clemente, 2022).

2.4.5 Tamaño del estudio

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó para un alfa de 0,05 y una potencia de 0,8. Los resultados indicaron que se necesita una muestra recomendada de 49 o más mediciones/encuestas para tener un nivel de confianza del 95% de que el valor real está dentro del $\pm 5\%$ del valor medido/encuestado.

2.4.6 Variables cuantitativas

Los estudiantes estaban en la misma escuela y el mismo curso educativo participó en el estudio (un grupo se sometió a los SSG basados en el TGfU, y el otro grupo, experimentó el entrenamiento en juegos de fuerza y SSG. Los criterios de inclusión fueron: (i) los jugadores tenían experiencia previa en clases de fútbol de educación física, pero no con el TGfU. Los jugadores realizaban regularmente dos sesiones de entrenamiento semanales (~ 45 minutos cada sesión). De acuerdo con la alta calidad, la investigación ha seguido todos los estándares éticos, incluida la recopilación de datos, el análisis de datos y el proceso de publicación (incluida la confidencialidad de la información personal de los datos). Además, los jugadores que se incluirán en la investigación deben obtener un consentimiento informado en virtud de la Declaración de Helsinki que indique que su participación voluntaria se obtuvo de los jugadores y sus representantes legales después de la explicación del protocolo experimental y los posibles beneficios y riesgos del proyecto de investigación. Los autores/investigadores han prestado especial atención a los requisitos relacionados con la privacidad y la confidencialidad y el consentimiento informado. Finalmente, estos requisitos se adaptaron a las Ciencias Sociales y a los contextos educativos.

2.4.7 Análisis estadístico

Se especificaron los resultados presentados en tablas y figuras medias con desviación estándar (DE), medias con un intervalo de confianza del 90% (IC del 90%) o coeficiente de variación (CV). Los coeficientes de correlación producto-momento de Pearson probaron la asociación entre las variables de bienestar e intensidad del entrenamiento. La p se fijó en 0,05 y las pruebas se ejecutaron en el software SPSS (versión 23.0, IBM, USA). La magnitud de la correlación (r [IC90%]) entre las variables se evaluó con el siguiente umbral: $< 0,1$, trivial; $0,1-0,3$, pequeño; $0,3-0,5$, moderado; $0,5-0,7$, grande, $0,7-0,9$, muy grande; y $> 0,9$, casi perfecto (Hopkins et al., 2009). En el caso de que los límites de confianza del 90% se superpusieran a valores positivos y negativos,

la magnitud se consideró poco clara y, de no ser así, la magnitud se consideró la magnitud observada como se propuso en un estudio anterior (Los Arcos et al., 2015).

3. Resultados

Los resultados del estudio muestran diferentes gráficos y tablas que analizan la intensidad interna y externa. Se analizó la intensidad interna para los niveles de actividad física (Ligera, Moderada y Vigorosa). La otra variable, la intensidad externa cuantificada por la distancia total y la velocidad media. La figura 1 muestra los niveles de actividad física en siete semanas. Todas las variables presentan intensidades similares durante el período de intervención.

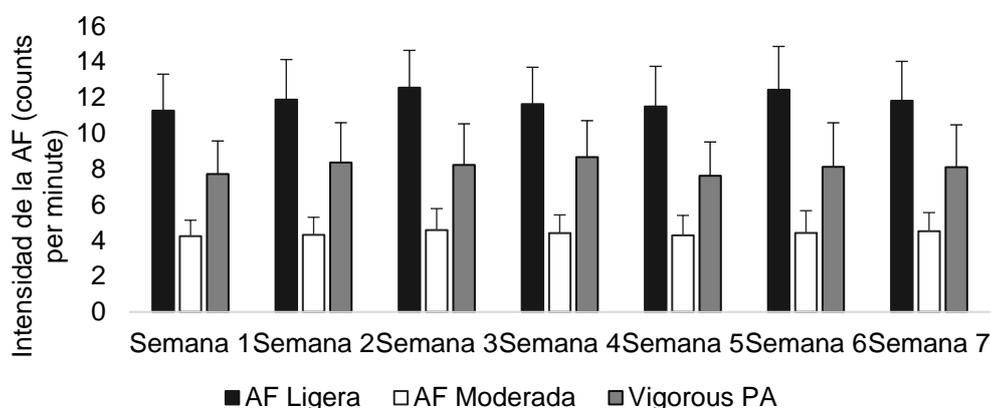


Figura 1: Los niveles de actividad física en siete semanas

La figura dos muestra la intensidad de la intensidad interna basada en la frecuencia cardíaca en diferentes variables media mínima, media y máxima latidos por minuto. El gráfico permite observar resultados similares en todas las variables de intensidad interna (FC mínima, media y máxima) desde la semana 1 hasta la semana 7. Ninguno presenta diferencias significativas también.

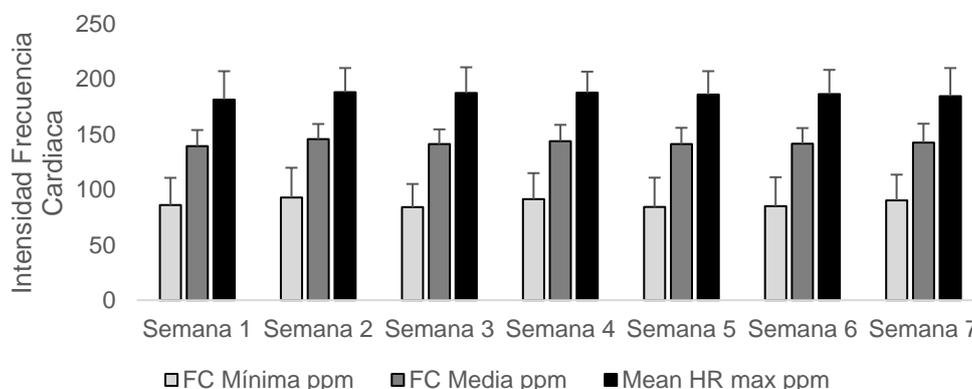


Figura 2: La intensidad de la intensidad interna basada en la frecuencia cardíaca

La figura tres muestra los resultados en una intensidad externa con distancia total y velocidad media. Este gráfico no presenta diferencias significativas, pero puede observar un aumento en la distancia total y la velocidad media a lo largo de las semanas uno a siete, comenzando con 800 metros de media en la semana uno y terminando con una media de 1200 metros en la séptima semana.

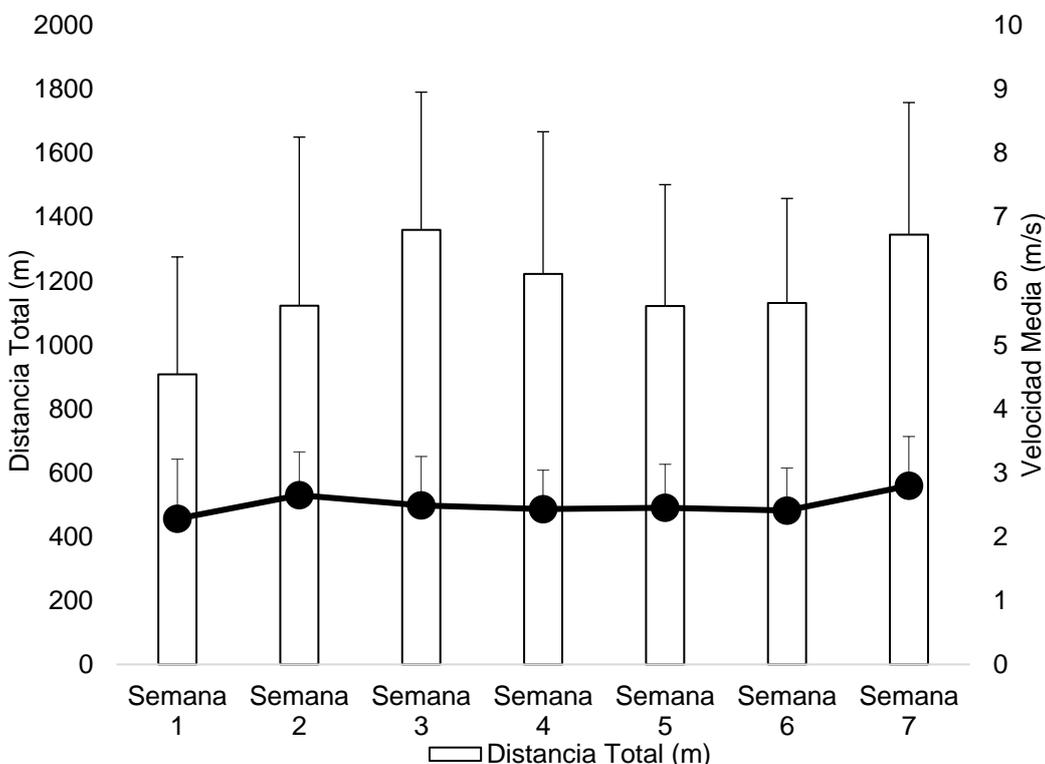


Figura 3: Resultados en una intensidad externa con distancia total y velocidad media

Respecto a los resultados de correlación de Pearson, la tabla 2 muestra una relación positiva en todas las variables. Se consideran diferencias significativas en la frecuencia cardíaca mínima respecto a la luz PA ($r= 0,102 [-0,17;0,36]$ baja ($p=0,015$), distancia total ($r=0,079 [-0,19;0,34]$ baja ($p=0,049$), y velocidad media.

La variable Media Cardíaca muestra diferencias significativas en relación con la Actividad Física Moderada ($r= 0,228 [-0,04;0,47]$ baja ($p<0,001$), Vigorosa ($r=0,261 [0,00;0,49]$ baja ($p<0,001$), y las variables de intensidad externa de distancia total ($r=0,329 [0,07;0,55]$ baja ($p<0,001$), y Velocidad Media ($r= 0,346 [0,09;0,56]$ baja ($p<0,001$).

Finalmente, la variable frecuencia cardíaca máxima de intensidad interna muestra diferencias significativas con la actividad física vigorosa ($r= 0,163 [-0,11;0,41]$ baja ($p<0,001$), y las variables de intensidad externa de distancia total ($r= 0,329 [0,07;0,55]$ baja ($p<0,001$) y velocidad media ($r=0,183 [-0,09;0,43]$ baja ($p<0,001$).

Tabla 2: Correlación de Pearson entre las cargas interna y externa

	AF LIGERA (CPM)	AF MODERADA (CPM)	AF VIGOROSA (CPM)	DISTANCIA TOTAL (m)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)
FC MIN (PPM)	r= 0,102 [-0.17;0.36] bajo (p=0,015)	r= 0,033 [-0.23;0.30] bajo (p=432)	r= -0,19 [-0.43;0.08] bajo (p=0,655)	r= 0,079 [-0.19;0.34] bajo (p=0,049)	r= 0,123 [-0.15;0.38] bajo (p=0,002)
FC MEDIA (PPM)	r= 0,060 [-0.21;0.32] bajo (p=0,133)	r= 0,228 [-0.04;0.47] bajo (p>0,001)	r= 0,261 [0.00;0.49] bajo (p>0,001)	r= 0,441 [0.20;0.63] bajo (p>0,001)	r= 0,346 [0.09;0.56] bajo (p>0,001)
FC MÁX. (PPM)	r= -0,022 [-0.29;0.24] bajo (p=0,585)	r= 0,004 [-0.26;0.27] bajo (p=0,912)	r= 0,163 [-0.11;0.41] bajo (p>0,001)	r= 0,329 [0.07;0.55] bajo (p>0,001)	r= 0,183 [-0.09;0.43] bajo (p>0,001)

Nota: ppm (pulsaciones por minuto), r (correlación de Pearson), CPM (counts por minuto)

4. Discusión

Este estudio tiene como objetivo analizar la relación entre la carga interna y externa en clases de educación física en educación primaria. La hipótesis era determinar si la relación sería positiva entre la carga interna y externa. De acuerdo con los resultados, existe una baja relación entre la carga interna y externa en todas las variables. Las principales relaciones significativas se encuentran en la FC media y máxima en relación con la distancia total y la velocidad media. A nivel de carga interna, existe una relación significativa entre la frecuencia cardíaca y la actividad física moderada y vigorosa, donde las aceleraciones y desaceleraciones constantes durante los SSG promueven un aumento en la frecuencia cardíaca media y máxima. Por otro lado, la interacción y el movimiento constante de los estudiantes durante los SSG por su participación en la tarea, distribuidos por todo el espacio, provoca un aumento en su frecuencia cardíaca y velocidad. Un aspecto que podría destacar el bajo coeficiente de relación sería la relación entre volumen e intensidad, debido a la duración de las sesiones de clase de educación física con un tiempo de práctica relativo de 30 minutos, lo que puede implicar un bajo volumen de entrenamiento sobre la intensidad establecida en las sesiones. El hecho de que se trate de una implementación nueva y desconocida que se enseña a los estudiantes, que no están acostumbrados tanto al deporte a practicar como a la metodología establecida, en la que están acostumbrados a las metodologías tradicionales y directivas, puede ser otra razón para la baja relación entre las variables establecidas. Otro aspecto que se podría destacar es la influencia de la fatiga en el desarrollo de las sesiones según lo establecido por Ellis et al. (Ellis et al., 2021) lo que podría ser un factor en la baja relación entre ambas intensidades de entrenamiento. En un contexto escolar,

encontramos poca investigación de la misma manera que el presente estudio, por lo que es difícil comparar los resultados con otros estudios similares (Dudley et al., 2012). Alguno equivalente como Dudley et al.(Sibley, 2012) muestran resultados similares a este estudio con grupos heterogéneos con una correlación positiva entre la carga interna y la práctica del juego ($r = 0,518$, $p = 0,010$) cuando los SSG en el fútbol se llevan a cabo de manera coeducativa en las clases de educación física. Como bien se ha abordado en este estudio ya que existe un tiempo de recuperación entre CrossFit y SSG para la corrección de tareas entre cada tarea a través del TGfU, estableciendo los resultados establecidos en la investigación. Debido a la baja correlación entre las medidas, se requieren indicadores de rango para comprender mejor la intensidad del entrenamiento y poder establecer mejores resultados según lo declarado por Clemente (Clemente, 2018). Es interesante buscar siempre la formación global en los niños. En contraste, en un contexto deportivo, se denota una relación mucho más fuerte entre la carga interna y externa. En el contexto del rendimiento futbolístico, McLaren et al.(McLaren et al., 2018) en su metaanálisis muestran asociaciones positivas con la carrera, la carga externa y la intensidad derivada del acelerómetro durante el entrenamiento y la competición en deportes de equipo, pero la magnitud y la incertidumbre de estas relaciones dependen del área de juego y el modo de entrenamiento. Las relaciones de carga interna y externa aún no se comprenden completamente, lo que ha llevado a algunos autores a cuestionar la validez de medidas específicas de carga interna. La variedad de entrenamiento sugeriría que la reestructuración del ejercicio, las metas, las actividades y el descanso puede moderar la relación entre la intensidad interna y externa. Otras investigaciones de la misma manera que Younesi et al.(Younesi et al., 2021) muestran una alta correlación entre la velocidad con DT ($r = 0.69$) y FC ($r = 0.66$), menor que nuestra investigación ($r = 0.183$). Estos resultados aumentan aún más cuando los jugadores de fútbol juvenil son profesionales. Por ejemplo, Maughan et al, (2021) muestran una relación muy grande entre esfuerzo percibido con una DT ($r = 0.86$), MVPA ($r = 0.62$) y DT con MVPA ($r = 0.65$), mayor que este estudio a FC máx. con DT ($r = 0.329$). Finalmente, de Dios-Álvarez (Cortés-Álvarez, Piñeiro-Lamas, & Vuelvas-Olmos, 2020) muestra una relación media entre la intensidad externa e interna, específicamente alta intensidad con DT ($r=0,44$). La adaptación de la planificación deportiva puede contribuir al desarrollo del aprendizaje y la aptitud física de los estudiantes durante las clases de educación física (Clemente, Afonso, & Sarmiento, 2021; García-Ceberino et al., 2021). Se debe gestionar un tiempo de clase corto para los objetivos abordados de establecer niveles efectivos y mejores de actividad física y esfuerzo cardiovascular (García-Ceberino et al., 2021). El estudio muestra las limitaciones de no poder ser comparado con un contexto educativo. Toda la investigación con la que se puede comparar es en el campo de los deportes extraescolares e incluso con alto rendimiento con jugadores profesionales. El uso de la escala de esfuerzo percibido para medir la carga

interna, obtener más información junto con el GPS y el acelerómetro, destacando investigaciones como Gomez-Piriz et al.(Gomez-Piriz, Jiménez-Reyes, & Ruiz-Ruiz, 2011) que lo establece como un instrumento de medición que se puede mejorar a métodos que miden aceleraciones y desaceleraciones. Por ejemplo, en el estudio de Gaudino et al.,(Gaudino et al., 2015) el esfuerzo percibido y la frecuencia cardiaca tienen una relación baja con la distancia total ($r = 0,82$), el acelerómetro ($r = 0,65$) y la intensidad en el entrenamiento y la competencia deportiva, muy por debajo de este estudio ($r = 0,44$, $r = 0,163$) respectivamente. La relación podría ser menor debido al EPR expresado como 'por minuto'. Además, el estudio se detuvo por el confinamiento del COVID-19, faltando dos semanas más de intervención. Las investigaciones futuras deben continuar abordando temas educativos en las escuelas a través de sesiones de educación física, así como el uso de otras metodologías didácticas emergentes, como el modelo de educación deportiva, el aprendizaje cooperativo y el enfoque de responsabilidad personal y social.

5. Conclusiones

El presente estudio pretende plasmar la relación positiva de la carga interna y externa que tienen los juegos reducidos condicionados en la práctica del fútbol mediante la aplicación de modelos de enseñanza que fomentan la toma de decisiones y el aumento de la AF respecto a modelos tradicionales, así junto con la combinación de ejercicios de fuerza mediante el CrossFit Educativo. Todo ello aplicado en sesiones de Educación física, considerando de gran importancia su implementación tanto en el contexto escolar como extraescolar

Agradecimientos:

Los autores desean agradecer a la escuela, al profesor de educación física y a los alumnos por su participación.

FINANCIACIÓN

Para la realización de este estudio no se ha recibido ninguna ayuda por parte de la empresa encargada del desarrollo y comercialización de la tecnología utilizada en esta investigación. No existe relación comercial con los fabricantes del sistema, estando este estudio exento de cualquier interés comercial.

Referencias

Akyildiz, Z., Yildiz, M., & Clemente, F. M. (2022). The reliability and accuracy of Polar Team Pro GPS units. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 236(2), 83-89.

- Arslan, E., Soylu, Y., Clemente, F., Hazir, T., Isler, A. K., & Kilit, B. (2021). Short-term effects of on-field combined core strength and small-sided games training on physical performance in young soccer players. *Biology of sport*, 38(4), 609-616.
- Brownson, R. C., Boehmer, T. K., Haire-Joshu, D., & Dreisinger, M. L. (2007). Peer Reviewed: Patterns of Childhood Obesity Prevention Legislation in the United States. *Preventing chronic disease*, 4(3).
- Bunker, D., & Thorpe, R. (1982). A model for the teaching of games in secondary schools. *Bulletin of physical education*, 18(1), 5-8.
- Clemente, F. M. (2018). Associations between wellness and internal and external load variables in two intermittent small-sided soccer games. *Physiology & behavior*, 197, 9-14.
- Clemente, F. M., Afonso, J., & Sarmiento, H. (2021). Small-sided games: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *PLoS One*, 16(2), e0247067.
- Cortés-Álvarez, N. Y., Piñeiro-Lamas, R., & Vuelas-Olmos, C. R. (2020). Psychological effects and associated factors of COVID-19 in a Mexican sample. *Disaster medicine and public health preparedness*, 14(3), 413-424.
- Dauids, K., Araújo, D., Correia, V., & Vilar, L. (2013). How small-sided and conditioned games enhance acquisition of movement and decision-making skills. *Exercise and sport sciences reviews*, 41(3), 154-161.
- de Dios-Álvarez, V., Suárez-Iglesias, D., Bouzas-Rico, S., Alkain, P., González-Conde, A., & Ayan-Perez, C. (2023). Relationships between RPE-derived internal training load parameters and GPS-based external training load variables in elite young soccer players. *Research in Sports Medicine*, 31(1), 58-73.
- Dudley, D. A., Okely, A. D., Cotton, W. G., Pearson, P., & Caputi, P. (2012). Physical activity levels and movement skill instruction in secondary school physical education. *Journal of science and medicine in sport*, 15(3), 231-237.
- Ellis, M., Penny, R., Wright, B., Noon, M., Myers, T., & Akubat, I. (2021). The dose-response relationship between training-load measures and aerobic fitness in elite academy soccer players. *Science and Medicine in Football*, 5(2), 128-136.
- Evangelio, C., Fernández-Rio, J., Peiró-Velert, C., & González-Víllora, S. (2021). Sport education, cooperative learning and health-based physical education: another step in pedagogical models' hybridization. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 92(9), 24-32.
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of sports sciences*, 26(14), 1557-1565.
- Fernández-Espínola, C., Abad Robles, M. T., & Giménez Fuentes-Guerra, F. J. (2020). Small-sided games as a methodological resource for team

- sports teaching: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1884.
- Gallo, T., Cormack, S., Gabbett, T., Williams, M., & Lorenzen, C. (2015). Characteristics impacting on session rating of perceived exertion training load in Australian footballers. *Journal of sports sciences*, 33(5), 467-475.
- García-Ceberino, J. M., Feu, S., Antúnez, A., & Ibáñez, S. J. (2021). Organization of Students and Total Task Time: External and Internal Load Recorded during Motor Activity. *Applied Sciences*, 11(22), 10940.
- Gaudino, P., Iaia, F. M., Strudwick, A. J., Hawkins, R. D., Alberti, G., Atkinson, G., & Gregson, W. (2015). Factors influencing perception of effort (session rating of perceived exertion) during elite soccer training. *International journal of sports physiology and performance*, 10(7), 860-864.
- Gomez-Piriz, P. T., Jiménez-Reyes, P., & Ruiz-Ruiz, C. (2011). Relation between total body load and session rating of perceived exertion in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2100-2103.
- Harvey, S., Song, Y., Baek, J.-H., & Van Der Mars, H. (2016). Two sides of the same coin: Student physical activity levels during a game-centred soccer unit. *European Physical Education Review*, 22(4), 411-429.
- Hopkins, W. G., Batterham, A. M., Marshall, S. W., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics. *Sportscience*, 13.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(2), 270-273.
- Jimmy, G., Seiler, R., & Mäder, U. (2013). Development and validation of GT3X accelerometer cut-off points in 5-to 9-year-old children based on indirect calorimetry measurements. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 61(4), 37-43.
- Johns, D. P., & Lindner, K. J. (2006). *Physical Activity and Health of Hong Kong Youth*. Chinese University Press.
- Kushner, R. F., Gudivaka, R., & Schoeller, D. A. (1996). Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *The American journal of clinical nutrition*, 64(3), 423S-427S.
- Los Arcos, A., Martínez-Santos, R., Yanci, J., Mendiguchia, J., & Méndez-Villanueva, A. (2015). Negative associations between perceived training load, volume and changes in physical fitness in professional soccer players. *Journal of sports science & medicine*, 14(2), 394.
- Maughan, P. C., MacFarlane, N. G., & Swinton, P. A. (2021). Relationship between subjective and external training load variables in youth soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 16(8), 1127-1133.
- McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The relationships between internal and external measures of training load and intensity in team sports: a meta-analysis.

- Sports Medicine*, 48, 641-658.
- O'Hara, R. B., Serres, J., Traver, K. L., Wright, B., Vojta, C., & Eveland, E. (2012). The influence of nontraditional training modalities on physical performance: review of the literature. *Aviation, space, and environmental medicine*, 83(10), 985-990.
- Santos, F. J., Figueiredo, T. P., Filho, D. M. P., Verardi, C. E., Macedo, A. G., Ferreira, C. C., & Espada, M. C. (2021). Training load in different age category soccer players and relationship to different pitch size small-sided games. *Sensors*, 21(15), 5220.
- Serra-Olivares, J., González-Víllora, S., García-López, L. M., & Araújo, D. (2015). Game-based approaches' pedagogical principles: exploring task constraints in youth soccer. *Journal of Human Kinetics*, 46, 251.
- Sibley, B. A. (2012). Using sport education to implement a CrossFit unit. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 83(8), 42-48.
- Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. (2013). Crossfit-Based High-Intensity Power Training Improves Maximal Aerobic Fitness and Body Composition [RETRACTED]. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3159-3172.
- Staunton, C. A., Abt, G., Weaving, D., & Wundersitz, D. W. (2022). Misuse of the term 'load'in sport and exercise science. *Journal of science and medicine in sport*, 25(5), 439-444.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35, 501-536.
- Trajković, N., Madić, D. M., Milanović, Z., Mačak, D., Padulo, J., Krustup, P., & Chamari, K. (2020). Eight months of school-based soccer improves physical fitness and reduces aggression in high-school children. *Biology of sport*, 37(2), 185.
- Trost, S. G., Mciver, K. L., & Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(11), S531.
- Wrigley, R., Drust, B., Stratton, G., Scott, M., & Gregson, W. (2012). Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. *Journal of sports sciences*, 30(15), 1573-1580.
- Younesi, S., Rabbani, A., Clemente, F. M., Silva, R., Sarmiento, H., & Figueiredo, A. J. (2021). Relationships between aerobic performance, hemoglobin levels, and training load during small-sided games: a study in professional soccer players. *Frontiers in physiology*, 12, 649870.