

Efecto de un programa gamificado sobre la condición física y la coordinación motriz

Effect of a gamified program on physical fitness and motor coordination

José Manuel Cenizo-Benjumea¹, Francisco Javier Vázquez-Ramos¹, Soledad Ferreras-Mencía², Javier Gálvez-González^{1*}

¹ Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad Pablo de Olavide, España

² Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia. Universidad Pontificia de Comillas, España

* Autor para la correspondencia: Javier Gálvez González, jgalgon@upo.es

Título abreviado:

Gamificación y coordinación motriz

Cómo citar el artículo:

Cenizo-Benjumea, J.M., Vázquez-Ramos, F.J., Ferreras-Mencía, S & Gálvez-González, J. (2022). Efecto de un programa gamificado sobre la condición física y la coordinación motriz. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 17(52), 155-177. <http://doi.org/10.12800/ccd.v17i52.1786>

Recibido: 26 julio 2021 / Aceptado: 19 abril 2022

Resumen

El objetivo del estudio fue analizar el efecto sobre la coordinación motriz, la fuerza del tren inferior y la agilidad, de una propuesta gamificada en las clases de Educación Física cuya finalidad fue mejorar la capacidad del salto en escolares entre 8 y 11 años. Se utilizó un diseño cuasiexperimental pre-post con dos grupos (grupo experimental: 172 niños y 157 niñas; grupo control: 99 niños y 69 niñas). La coordinación motriz se midió a través del test 3JS, la capacidad de salto horizontal con pies juntos y la de salto vertical mediante el salto con contra movimiento. La agilidad se valoró a través de la prueba de 4x10. Se aplicó un análisis de varianza factorial de diseño mixto en el que la intervención y el sexo eran factores de efectos fijos inter-sujetos, mientras que el momento de medición de la variable eran un factor de medidas repetidas intra-sujetos con dos niveles. El presente estudio mostró que un planteamiento didáctico gamificado en Educación Física mejoró el rendimiento de la fuerza del tren inferior, la agilidad y la coordinación motriz. Sin embargo, no se encontraron diferencias en función del sexo y de la edad.

Palabras clave: gamificación, salto, fuerza, agilidad, educación física.

Abstract

The objective of this study was to analyze the effect on motor coordination, lower body strength and agility of a gamified proposal in Physical Education classes developed in order to improve the ability to jump in schoolchildren between 8 and 11 years old. A pre-post quasi-experimental design was used with two groups (experimental group: 172 boys and 157 girls; Control group: 99 boys and 69 girls). Motor coordination was measured through the 3JS test, the ability to jump horizontally with feet together, and the ability to jump vertically by jumping with counter movement. Agility was assessed through the 4x10 test. A mixed design of factorial variance analysis was applied in which the intervention and sex were inter-subject fixed effect factors, while the time of measurement of the variable was a repeated measures factor within-subjects with two levels. The present study showed that a gamified didactic approach in Physical Education improved the performance of lower body strength, agility and motor coordination. However, no differences were found based on sex and age.

Keywords: gamification, jumping, strength, agility, physical education.

Introducción

El desarrollo y mantenimiento de un estilo de vida saludable en niños depende de la competencia motora y la condición física (Luz, et al. 2019). Por lo tanto, la Educación física escolar debe tener entre sus finalidades mejorarlas. En este sentido, la gamificación se muestra como una herramienta pedagógica muy útil (Hallifax, et al., 2019; van Roy & Zaman, 2019), que aumenta el compromiso motor y la motivación (Fernández, Heras, González, Trillo, & Palomares, 2020).

Una mejora de la condición física en la edad infantil y prepuberal garantiza un estado óptimo de la salud actual y futuro (Ortega et al., 2013), siendo la capacidad músculo-esquelética uno de los componentes a desarrollar (Ruiz et al., 2011). Valores elevados de fuerza están asociados con un mejor perfil cardiovascular en escolares sanos, así como una menor acumulación de masa grasa y, por lo tanto, con una mejor calidad de vida (Ortega et al., 2008).

La pliometría realizada con saltos verticales y horizontales es un método ideal para el desarrollo de la fuerza en la edad infantil y adolescente (Lloyd et al., 2016; Peña et al., 2016), dado que la exposición de las placas de crecimiento a un estrés mecánico suficiente producidos por los saltos supone un estímulo beneficioso para la formación del hueso (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014).

Otro elemento importante a desarrollar dentro de la condición física relacionada con una mejora de la salud ósea es la agilidad (AG) (Ruiz et al., 2011). Es una habilidad multifacética (Yanci et al., 2014) que permite realizar cambios de dirección y paradas, desarrollando diferentes movimientos de manera eficiente y rápida (Miller, et al., 2006). Sporis et al., (2010), tras el efecto positivo en la altura en el salto con contra movimiento (CMJ) provocado por una intervención con ejercicios de AG, concluyen que esta última es fundamental por la relación con diferentes capacidades como la coordinación y el control motor y depende, entre otras, de la fuerza muscular.

La competencia motriz y la condición física son dos componentes interrelacionados. La coordinación motriz (CM), como variable de control de la competencia motriz, es un predictor de la condición física en niños prepuberales (Gomes et al., 2019).

Las clases de Educación física tienen como objetivo desarrollar estos dos componentes. Para que esto se cumpla, las propuestas que se desarrollen en las sesiones se deben orientar más hacia la tarea que hacia el ego (Castro et al., 2015). Esto significa que el alumnado puede tener mejor rendimiento si le motiva la tarea. Actualmente, la gamificación se ha convertido en una metodología apta para generar experiencias de aprendizajes significativos para el alumnado (León, et al., 2019) que incide elevando la motivación (Navarro et al., 2017), el compromiso y rendimiento por la práctica física y el desarrollo de conductas saludables en edad adolescente (Monguillot et al., 2015) y la capacidad para trabajar de forma cooperativa (Fernández, 2018; Quintero et al., 2018).

A la hora de construir un entorno gamificado es importante tener claro las dinámicas, mecánicas, componentes (Kapp, 2012; Werbach y Hunter, 2012) y estética que utilizar para facilitar la inmersión del alumnado en la experiencia educativa que se propone, como puede ser el modelo Edu-Game (Vázquez-Ramos, 2020; Vázquez-Ramos et al., 2021).

Sin embargo, los trabajos científicos existentes sobre la gamificación en Educación física todavía son escasos y se necesitan investigaciones empíricas más sustanciales (Dicheva et al., 2015), y no se ha encontrado ninguno que relacione la competencia motriz y elementos de la condición física (León et al., 2019).

Por ello, el objetivo del presente estudio es valorar el efecto sobre la fuerza, la agilidad y la coordinación motriz de un programa gamificado en las clases de Educación física sobre la capacidad del salto en escolares de 8 a 11 años.

Método

Diseño

Se utilizó un diseño cuasiexperimental con dos grupos, uno experimental y otro de control, con pre-test y post-test (Bisquerra, 2012). Se analizó el efecto del programa gamificado (PGS) sobre la CM como indicadora de la competencia motriz y la altura y longitud del salto y la AG como algunos elementos de la condición física analizadas en función del sexo (niños y niñas) y la edad (8, 9, 10 y 11 años).

Sujetos

Participaron 497 escolares correspondientes a dos centros (172 niños y 157 niñas en el grupo experimental y 99 niños y 69 niñas en el grupo control), seleccionados mediante el método de muestreo no probabilístico intencional. La distribución por edades fue: 67 niños y 55 niñas tenían 8 años, 60 y 58 de 9 años, 75 y 60 de 10 y 69 y 53 de 11.

La investigación fue aprobada por el Consejo escolar de los dos centros participantes. Se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Helsinki para la investigación con personas. Los representantes legales de los participantes fueron informados detalladamente y por escrito de las características y procedimientos a realizar, firmando el consentimiento informado.

Procedimiento

El estudio se desarrolló entre enero y abril. Las mediciones del pre-test y el post-test se llevaron a cabo en el horario de Educación física y en similares condiciones de espacio y realizadas por el mismo evaluador. Se realizaron en las instalaciones de los centros a lo largo de dos días.

La capacidad de salto se midió en su componente horizontal, a través de la prueba de salto horizontal con pies juntos (SH) siguiendo el protocolo de la Batería ALPHA-fitness (Ruiz et al., 2011), y el vertical mediante el salto con contra movimiento (CMJ) (Bogataj et al., 2020). La AG se valoró a través de la prueba de 4x10 (Ruiz et al., 2011).

La CM se ha medido a través del test 3JS, el cual fue validado como índice de la CM con una consistencia interna (Alfa de Cronbach de 0.827), estabilidad temporal (coeficiente correlación: 0.99) y concordancia inter-observadores (coeficiente correlación: 0.95) (Cenizo et al., 2016). Para su aplicación se siguió el protocolo detallado por los autores (Cenizo et al., 2017).

El proceso seguido consistió en una sesión de familiarización con los cuatro test y, posteriormente, dos sesiones de medición. En la primera realizaron el CMJ, el SH y el 4x10 y en la segunda el 3JS.

Previamente realizaron un calentamiento estandarizado y dirigido por el investigador consistente en dos minutos de movilidad articular, dos de carrera en varias direcciones y una serie de cinco saltos a intensidad submáxima y cinco máximas.

El primer día realizaron cinco saltos CMJ asegurando un descanso de un minuto entre cada una de las repeticiones. Se desestimaron los dos resultados extremos y se tomó la media de los otros tres. Para su medición se utilizó una célula fotoeléctrica portátil (Optojump; Microgate, Bolzano, Italy). El coeficiente de correlación intraclase para las medidas promedio del CMJ fue $CCI = .984$, IC 95%; 0.981; 0.986.

A continuación, realizaron tres SH de calentamiento antes de las dos repeticiones finales ($CCI = .968$, IC 95% 0.962; 0.973) de las que se anotó la mejor puntuación.

Por último, realizaron tres repeticiones del test de AG, sirviendo la primera de calentamiento, asegurando un descanso de tres minutos entre ellas. El investigador cronometró ambas repeticiones ($CCI = .906$, IC 95% 0.891; 0.920) y se tomó como referencia el menor tiempo realizado.

Aproximación experimental al objeto de estudio

El grupo experimental llevó a cabo un programa gamificado denominado Salticity (PGS) en dos sesiones durante 5 semanas en las propias clases de Educación física. Dicho programa fue construido en base al modelo Edu-Game (Vázquez-Ramos, 2020) y cuyo desarrollo se encuentra en Vázquez-Ramos et al., (2021). En el diseño del PGS se respetaron los elementos característicos que permiten convertir una propuesta en un entorno educativo gamificado: dinámicas, mecánicas, componentes (Kapp, 2012; Werbach y Hunter, 2012) y estética.

Tenían que salvar una población imaginaria llamada "Salticity" del hechizo de un personaje maléfico que les había arrebatado sus medios para jugar saltando (estética). Cada escolar podía conseguir diferentes puntos, insignias, inmunidad (componentes) al superar ciertos desafíos, retos, oportunidades (mecánicas), teniendo siempre en cuenta las dinámicas de maestría y de autonomía, principalmente, que se habían elegido para el desarrollo del planteamiento gamificado (Vázquez-Ramos, 2020).

Los participantes podían elegir el compañero con el que jugar cada día y evaluar la ejecución del reto de cada casilla, habiendo sido previamente formados para tal fin. Además, podían escoger el nivel de dificultad de los retos: nivel 1 correspondiente a unas tareas-retos con una altura y distancia baja, nivel 2 media y 3 alta. La puntuación de los retos conseguidos era proporcional al nivel del reto a superar anotándose en una hoja de registro individual en cada sesión. La misma propuesta metodológica se desarrolló en los cuatro grupos de distinto nivel educativo consecutivos, que aun siendo de edades diferentes se adaptaba a las características evolutivas de cada una de ellas. Esto es posible gracias a la autorregulación que permite el uso de esta propuesta gamificada. Con este planteamiento, se buscó valorar la idoneidad de la propuesta metodológica en su puesta en práctica en

los centros educativos, en los que el profesorado puede cambiar de nivel educativo a cada hora de clase, y la organización del material es un concepto importante a la hora de programar la docencia.

Se usó un grupo control como medio para asegurar una relación causal entre las variables. Si bien no es de esperar que los procesos de crecimiento y maduración naturales influyeran en los posibles cambios en un estudio de intervención tan corto como el presente, sin embargo, también se hace necesario asegurar que el grupo intervenido no modifique su comportamiento hacia la tarea pensando subjetivamente en la obtención de una recompensa posterior (Ary, Jacobs, Irvine, & Walker, 2018). Así, el grupo control, continuó con las clases de educación física siguiendo la programación escolar. Los contenidos desarrollados en estas sesiones se correspondieron a un trabajo de desarrollo de la motricidad mediante la realización de tareas relacionadas con el ámbito de control de objetos llevadas a cabo en espacios reducidos.

Análisis estadístico

Se analizó el efecto de la intervención y del sexo sobre las diferencias en las variables SH, CMJ, AG y CM, antes de la intervención y en los dos grupos.

Para cada una de las variables dependientes se aplicó un análisis de varianza factorial de diseño mixto en el que la intervención y el sexo son factores de efectos fijos inter-sujetos, mientras que el momento de medición de la variable dependiente es un factor de medidas repetidas intra-sujetos con dos niveles ya que se realizan dos mediciones pre y post. Respecto a los supuestos que deben cumplirse para esta prueba, el muestreo del diseño de investigación garantiza la independencia de las observaciones, y el supuesto de normalidad puede asumirse por el tamaño muestral. Para contrastar que las varianzas de los grupos son iguales se realizó la prueba de Levene y se calculó el estadístico M de Box para contrastar la hipótesis de igualdad entre las matrices de varianzas-covarianzas.

Para llevar a cabo el análisis se utilizó el software SPSS Statistics 26.

Resultados

De manera descriptiva se muestran en la tabla 1 las puntuaciones medias de niños y niñas de las distintas variables en las dos mediciones anterior y posterior a la intervención tanto en el grupo experimental como en el grupo control.

Tabla 1. Puntuaciones medias pre y post-test de las pruebas de salto horizontal (SH), Salto con contramovimiento (CMJ), agilidad (AG) y coordinación motriz (CM) por sexo en los grupos de intervención (GI) y control (GC)

Tabla 1. Puntuaciones medias pre y post-test de las pruebas de salto horizontal (SH), Salto con contramovimiento (CMJ), agilidad (AG) y coordinación motriz (CM) por sexo en los grupos de intervención (GI) y control (GC)

	Pre-test				Post-test			
	SH	AG	CMJ	CM	SH	AG	CMJ	CM
NIÑAS GC N= 69								
Media	1.13	12.87	16.29	21.01	1.12	13.11	15.98	21.14
Desviación	0.19	0.93	3.39	2.018	0.209	1.02	2.84	1.80
NIÑOS GC N= 99								
Media	1.36	12.04	19.24	24.66	1.34	12.11	18.61	24.72
Desviación	0.23	0.87	4.34	2.30	0.22	0.97	4.20	2.15
NIÑAS GI N= 157								
Media	1.49	13.61	18.19	18.11	1.62	12.99	20.61	19.97
Desviación	0.21	1.26	3.77	2.34	0.20	1.18	4.06	2.42
NIÑOS GI N= 172								
Media	1.65	13.01	19.79	21.59	1.75	12.36	21.91	23.52
Desviación	.211	1.23	4.08	4.14	0.20	0.98	4.58	3.17

SH: Salto Horizontal; AG: Agilidad; CMJ: salto con contramovimiento; CM: coordinación motriz

La prueba de Levene no permite asumir para todas las variables el supuesto de que las varianzas de error de la variable dependiente son iguales entre los grupos (Tabla 2) y los valores del estadístico M de Box indican que las matrices de varianzas-covarianzas de los grupos

definidos por los factores sexo e intervención, son distintas en todas las variables ($p < .001$). Por estos motivos se han utilizado para este estudio otros estadísticos alternativos al estadístico F clásico de ANOVA.

Tabla 2. Prueba de Levene de igualdad de varianzas error

	Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
SH pre-test	1.055	3	489	.368
SH post-test	0.592	3	489	.621
AG pre-test	3.219	3	493	.023
AG post-test	0.177	3	493	.912
CMJ pre-test	1.143	3	493	.331
CMJ post-test	3.680	3	493	.012
CM pre-test	19.451	3	493	.000
CM post-test	14.348	3	493	.000

SH: Salto Horizontal; AG: Agilidad; CMJ: salto con contramovimiento; CM: coordinación motriz

Tabla 3. Pruebas de efectos intra-sujetos de la variable Salto Horizontal (SH)

a: $\alpha = ,05$

Estudio del SH en los grupos de intervención y control entre niños y niñas.

Se recogen en la tabla 3 los efectos inter-sujetos para la variable SH. El valor crítico asociado al estadístico F del efecto de la variable "intervención" ($p < .001$) permite concluir que los valores en el SH difieren entre el grupo

control y el grupo de intervención. En cuanto al efecto de la variable "sexo", el valor tan pequeño de eta parcial al cuadrado ($\eta^2=.009$) nos lleva a considerar que no hay diferencias entre niños y niñas en los resultados de la prueba de SH. Tampoco existe interacción entre las variables "intervención" y "sexo", es decir que el efecto de la intervención sobre el SH no varía en función del sexo.

Estudio del CMJ en los grupos de intervención y control entre niños y niñas

Existe un efecto principal significativo del factor "intervención" sobre el salto vertical $F(1, 493) = 202.36$, $p < .001$, $\eta^2 = .291$. El grupo de intervención muestra diferencias significativas, aumentando los valores del CMJ después de la intervención, mientras que el grupo control no muestra cambios.

Tras la intervención, el comportamiento entre el grupo de niños y niñas es igual, el "sexo" no tiene un efecto sobre el CMJ $F(1, 493) = 2.58$, $p = .109$, $\eta^2 = .005$.

Estudio de AG en los grupos de intervención y control entre niños y niñas

También en esta variable las mejoras se producen sólo en el grupo experimental, $F(1, 493) = 158.61$, $p < .001$, $\eta^2 = .243$.

De nuevo, el comportamiento de esta variable no muestra diferencias respecto al sexo $F(1, 493) = 2.20$, $p = .139$, $\eta^2 = .004$. La intervención produce cambios en la variable AG iguales en el grupo de niños y en el de niñas.

Estudio de la CM en los grupos de intervención y control entre niños y niñas

La prueba de efectos intra-sujetos para esta variable dio como resultado que existe un efecto principal significativo de la intervención sobre la CM $F(1, 493) = 108.83$, $p < .001$, $\eta^2 = .181$, mientras que el efecto del sexo tampoco resulta significativo en este caso $F(1, 493) = 0.00$, $p = .999$, $\eta^2 = .000$.

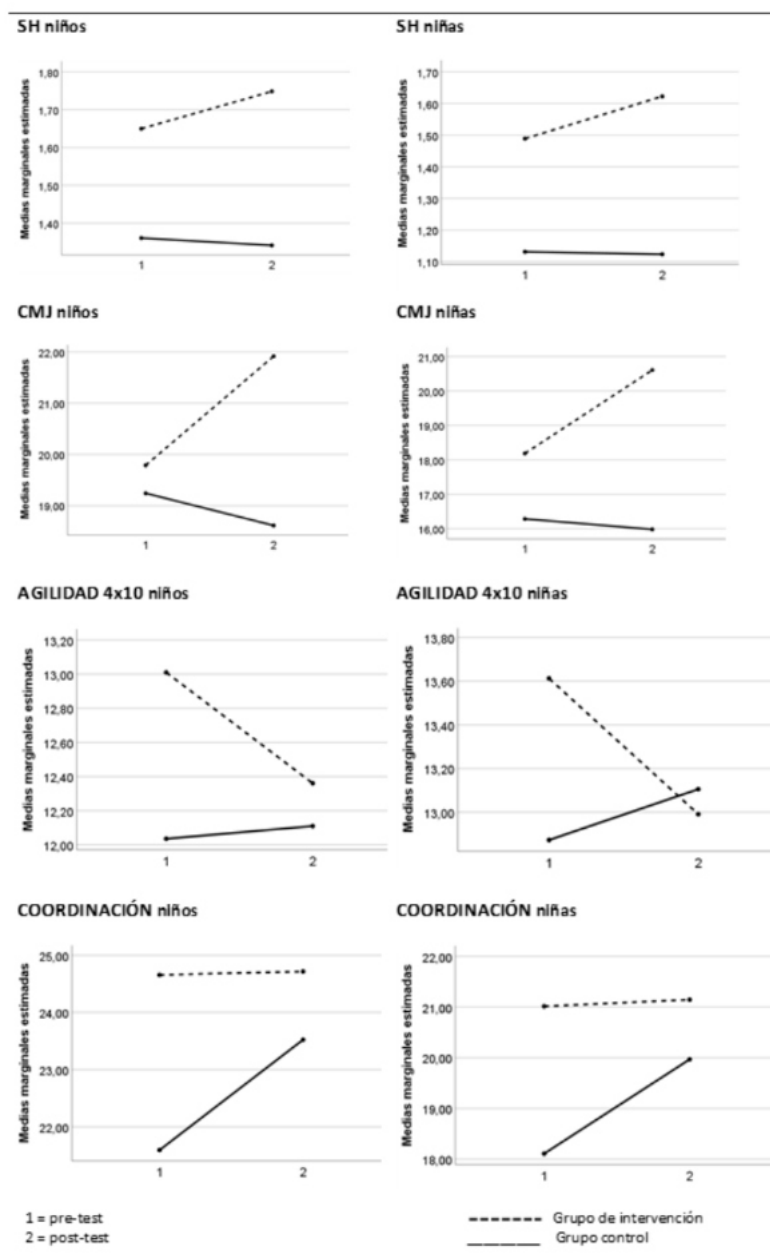


Figura 1. Medias marginales estimadas pre y post-test de las pruebas de salto, agilidad y coordinación motriz por sexo en los grupos de intervención y control

Estudio del efecto de la edad sobre las variables dependientes en los grupos de intervención y control

En este modelo se introduce la variable "edad" junto con la "intervención" como factores de efectos fijos inter-sujetos aplicándolo con todas las variables dependientes del estudio. El objetivo fue analizar si la edad, variable ordinal de cuatro niveles: 8, 9, 10 y 11 años, tiene un efecto sobre los resultados de la propuesta gamificada usada como intervención.

El resultado de estos análisis se recoge en la tabla 4 observando que las variables AG, CMJ y CM mostraron tener un efecto significativo, pero con valores de tamaño del efecto muy pequeños. Por tanto, se puede concluir que los cambios que produce la propuesta gamificada sobre las variables de la condición física estudiadas y la CM son iguales en todos los grupos de edad de 8 a 11 años.

Tabla 4. Pruebas de efectos intra-sujetos

	Suma de		Media		Sig.	Eta cuadrado parcial	Parámetro	
	cuadrados tipo III	df	cuadrática	F			sin centralidad	Potencia observada ^a
SH*EDAD	.043	3	0.014	2.213	.086	.014	6.639	.561
AG*EDAD	3.138	3	1.046	5.283	.001	.031	15.849	.930
CMJ*EDAD	100.038	3	33.346	4.470	.004	.027	13.409	.879
CM*EDAD	30.267	3	10.089	6.486	.000	.038	19.459	.970

a: $\alpha = ,05$

Discusión

El objetivo de este trabajo era estudiar el efecto de una propuesta basada en la gamificación en las clases de Educación física con el objetivo de mejorar la CM y algunas variables de la condición física en escolares. Los resultados muestran el efecto positivo del programa seguido en el grupo experimental, produciéndose mejoras en todas las variables, lo que supone una mejora del rendimiento tal y como indican Monguillot, et al., (2015). Este efecto se observa tanto en niños como niñas y en los cuatro grupos de edad. Esto podría indicar que esta propuesta gamificada en Educación física, que se ha mostrado como una estrategia didáctica, ha permitido que el alumnado se autorregule en su actividad consiguiendo recibir los estímulos apropiados y, por tanto, la carga de trabajo físico y motriz óptima para cada uno.

Las actividades desarrolladas en el PGS han supuesto, como ocurre en otros estudios (Faigebaum et al., 2009; Jarani et al., 2015), unos estímulos capaces de provocar adaptaciones neuromusculares a corto plazo. Lo interesante de esta propuesta es que no ha sido necesario el control de la carga de trabajo por parte del profesor. La teoría del entrenamiento deportivo (Bompa, 2004; Verkhoshansky, 1999) exige del control del volumen de trabajo y de descanso, progresividad de la altura del salto y complejidad de los movimientos. Sin embargo, el PGS facilitaba que cada alumnado se autorregulase escogiendo cada vez tareas o retos de un nivel más complejo (altura, distancia y movimientos), mayor número de saltos como resultado de la comprensión de la dinámica y posibles estrategias a desarrollar en la propuesta gamificada, de los descansos para evaluar al compañero, realizar la tirada del dado y entender el desafío.

El diseño del PGS desarrollado en este estudio, pretendía impulsar al alumnado a realizar, de manera autorregulada, no solo un mayor número de saltos sino también de mayor altura y distancia a medida que iba transcurriendo cada sesión y cada semana.

En este sentido, los resultados muestran una mejora de la fuerza del salto horizontal y vertical solo en el grupo intervenido. Su mejora en el SH y en el CMJ ha sido de 13 y 2,42 cm las niñas y 10 y 2,13 los niños respectivamente, no habiendo diferencias entre ellos. Teniendo en cuenta que en los prepuberales las ganancias de fuerza vienen principalmente explicadas por las adaptaciones neurológicas, el aprendizaje motor puede tener una contribución relativamente mayor en aquellos ejercicios más complejos a nivel motriz y que demanden una mayor coordinación, como es el caso de los saltos por su implicación multiarticular (Behm, et al., 2008).

Ocurre lo mismo en la investigación realizada por Jarani et al. (2015), donde los dos grupos experimentales de 9 años, uno basado en el juego y el otro en el ejercicio con el objeto de mejorar la aptitud física y desarrolladas las sesiones por especialistas en Educación física, aumentan significativamente el SH en 12 centímetros sin diferenciar entre niñas y niños. De la misma forma, en el estudio desarrollado por Faigebaum et al. (2009) con niños de 8 a 11 años donde el grupo experimental desarrolló un programa de pliometría, experimentan una mejora en el SH de 7 centímetros.

Igualmente, en el estudio de Bogdanis et al. (2019) con niñas gimnastas de 7 a 9 años que llevaron a cabo un programa de pliometría con el objeto de mejorar la capacidad de salto, la velocidad en una carrera y el cambio de dirección, mejoraron la altura del CMJ con una y dos piernas.

También, con relación a la componente horizontal y vertical del salto para valorar la fuerza, los resultados del presente estudio muestran que los niños del grupo intervenido obtuvieron mayor distancia y altura que las niñas, tanto en el pre-test como en el post-test. La longitud lograda en el SH requiere en la batida de un ángulo, una velocidad y un aumento de fuerza y potencia vertical y horizontal en la salida donde se manifiestan diferencias entre niños y niñas (García & Herrero, 2005). Estos resultados se corresponden con el estudio realizado por Espinosa (2017) donde se encuentran diferencias entre niños y niñas de 10 años en el SH, y solo coinciden en tres parámetros del salto: altura, ángulo y velocidad vertical en el despegue. Cruz et al., (2016) con escolares de 9,5 a 11,4 años y Taylor et al., (2010) en edades de 10 a 15 también concluyen en sus estudios que los niños lograron valores más altos que las niñas en el CMJ.

A pesar de estas diferencias, el efecto del PGS sobre las mejoras del SH y CMJ no varía en función del sexo. Esto puede indicar que el PGS ha hecho mejorar la capacidad de salto de niños y niñas sin distinción entre ambos sexos.

Igual que ocurría con el incremento experimentado en las pruebas utilizadas para valorar la fuerza, el grupo que desarrolló el PGS también mejora el tiempo en la prueba de AG. El incremento de la capacidad de salto ha hecho que se desarrolle la fuerza, la habilidad neuromuscular y coordinación en todo el cuerpo, elementos fundamentales en la velocidad y el cambio de dirección (Bogdanis et al., 2019). Se confirma que el entrenamiento pliométrico es efectivo para aumentar la capacidad de correr, saltar, la fuerza reactiva y el cambio de dirección en prepuberes (Ramírez et al., 2018; Michailidis, et al., 2013).

En el estudio de Bogdanis et al. (2019) también se producen, tras el programa de entrenamiento pliométrico,

mejoras significativas en las dos pruebas utilizadas para valorar el cambio de dirección (5+5 y 10+10) y las dos de velocidad (10 y 20 sprint). Igualmente, pero con la misma prueba que se utiliza en esta investigación, en los dos grupos experimentales en el estudio de Jarani et al. (2015) se aprecia una mejora significativa en la agilidad en comparación con el grupo control.

Asimismo, igual que sucedía con el SH y el CMJ, los niños consiguen mejores tiempos en la prueba de 4x10 en el pre-test y en el post-test. Estas diferencias se corresponden con los resultados obtenidos por Coetzee (2016) con escolares de Inglaterra de 9 y 10 años en un conjunto de pruebas que valoraban la velocidad y la AG. No obstante, y lo más importante, las diferencias mostradas en este estudio tras la intervención (0,62 segundos los niños y 0,65 las niñas) no son significativas. Esto muestra que el PGS, como se podría entender dada la relación entre la capacidad de salto y la AG, no hace distinción entre sexo ni edad. Entendemos que la dinámica de la propuesta permitía que cada chico adaptase su progresión, nivel del tablero donde participar, de acuerdo con sus posibilidades.

Además de las mejoras del grupo experimental en la fuerza y la AG, también se observan mayores ganancias en la puntuación en la CM entre el pre-test y el post-test y diferencias significativas en comparación con el grupo control. El PGS ha supuesto una experiencia de saltos variados para escolares mayores de 8 años con mejoras en la percepción y el tiempo de reacción (Lamber & Bard, 2005), la capacidad de producción de energía óptima (Ramírez-Castillo et al., 2019) y probablemente parámetros biomecánicos (Grosset, 2009) y de adaptación neuromuscular (Peña et al., 2017) que han provocado un incremento en la CM. Esto indica que el PGS refuerza la idea que las propuestas basadas en tareas pliométricas, con diferentes tipos de saltos, mejoran la CM (Brito et al., 2021) y que el aprender una habilidad motora es un proceso de resolución de problemas (Guadagnoli & Lee, 2004).

Estos hallazgos están en línea con la progresión experimentada por el grupo que desarrolló un programa de 8 semanas basado en la gimnasia con diversidad en las tareas, entre otras, de saltos (Rudd et al., 2017), o por el que recibe las sesiones por un maestro especialista en Educación Física (Gallotta et al., 2016). En relación con el sexo, no se encontraron diferencias significativas en la evolución realizada por ambos. Además de Cenizo et al. (2019) que encuentran que los niños obtienen un mejor rendimiento Motriz entre los 6 y 11 años, especialmente en el ámbito control de objetos, Valentini et al. (2016) observan diferencias en las pruebas que valoran las habilidades carrera y salto.

A pesar de estas diferencias en todas las edades, no se encontraron discrepancias significativas en la evolución realizada por ambos sexos tras la intervención realizada.

Esto va en consonancia con varios estudios donde desarrollan un programa de actividad física vigorosa con carreras, saltos, dribbling... (Lee et al., 2020), y con una intervención con juegos con el objeto de desarrollar las habilidades motrices básicas (Zhang & Cheung, 2019). Esto refrenda la noción de que la gamificación se ha convertido en una metodología apta para generar experiencias de aprendizajes significativos para el alumnado (León, et al., 2019)

Por otro lado, en relación con la variable edad, los cambios que produce esta propuesta gamificada sobre las variables de la condición física estudiadas y la CM son iguales en todos los grupos de edad de 8 a 11 años. Entendemos que el que haya habido mejoría en todas las edades y que las diferencias no hayan sido significativas indica que el PGS es válido para estos cuatro grupos de

edad y que no ha hecho distinción entre ellos. Esto mismo ocurre en la investigación de Jarani et al. (2016), donde no hubo evidencia de dependencia de la variable edad sobre los efectos de la intervención en los dos grupos experimentales para cualquiera de las habilidades motoras gruesas y los resultados de la CM.

En distintas investigaciones se ha observado que el equilibrio, la fuerza y la AG son fundamentales para la eficacia coordinativa en la realización de actividad física (Pienaar et al., 2012; Rosa & García, 2017; Ružbarská, 2016). Este aspecto se verifica en el presente estudio, donde el PGS ha beneficiado un desarrollo de la capacidad del salto, consecuentemente un incremento de la fuerza del tren inferior y la AG y, por consiguiente, una mejora de la CM.

Entendemos que el programa ha podido provocar que su motivación haya estado orientada hacia la tarea potenciando la diversión y la mejora personal (Ntoumanis, 2002). Este posible cambio ha podido conseguir que los participantes muestren un mayor interés hacia la práctica de la actividad física (Leo et al., 2020; Moreno et al., 2009) y una cantidad de experiencia mayor (Jiménez & Araya, 2010) que ha beneficiado un desarrollo de las capacidades estudiadas.

No obstante, es importante advertir que varios son los factores que requieren de una revisión para futuras investigaciones. Consideramos que sería bastante productivo cuantificar el número de saltos realizados en cada sesión por parte de los participantes. Johnson et al., (2011) concluyen en una revisión sistemática que 2 veces en semana de entrenamiento pliométrico que fluctúa entre 50 a 60 saltos por sesión, incrementando la carga semanalmente, produce los mejores cambios en el rendimiento de carrera y salto en escolares de edades de 5 a 14 años.

Por otro lado, sería conveniente que estudios futuros comparasen los resultados del grupo intervenido con otros sujetos que realizasen tareas de salto empleando otras metodologías.

Conclusiones

En conclusión, el presente estudio mostró que el PGS en Educación física con niños y niñas de 8 a 11 años favoreció la mejoría en el rendimiento de la fuerza del tren inferior, medido a través de la capacidad del salto, la AG y la CM. Después de 5 semanas (10 sesiones) realizando multitud de saltos a través de tableros con tres niveles de retos y de forma autorregulada, no ha habido diferencia en las mejoras entre ambos sexos y entre los cuatro grupos de edad (8, 9 10 y 11 años). Que todos los grupos de edad mejoren, refuerza la idea de la necesidad del uso de entornos gamificados que permitan que los retos se ajusten a las características de cada alumno. Los profesores de Educación física pueden usar de manera eficiente programas gamificados con retos con pliometría básica para desarrollar el elemento cualitativo de la motricidad, la CM, y la fuerza y la AG, como elementos cuantitativos.

Referencias

- Ary, D., Jacobs, L. C., Irvine, C. K. S., & Walker, D. (2018). *Introduction to research in education*. Belmont (CA): Cengage Learning.
- Behm, D., Faigenbaum, A., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied*

- Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(3), 547-561. <https://doi.org/10.1139/H08-020>
- Bisquerra, R. (2012). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: Muralla.
- Bogataj, Š, Pajek, M., Hadžić, V., Andrašić, S., Padulo, J., & Trajković, N. (2020). Validity, Reliability, and Usefulness of My Jump 2 App for Measuring Vertical Jump in Primary School Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 1-12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103708>
- Bogdanis, G., Donti, O., Papia, A., Donti, A., Apostolidis, N., & Sands, W. (2019). Effect of Plyometric Training on Jumping, Sprinting and Change of Direction Speed in Child Female Athletes. *Sports*, 7(116), 1-10. <https://doi.org/10.3390/sports7050116>
- Bompa, T. (2004). *Entrenamiento de la potencia aplicado a los deportes. La pliometría para el desarrollo de la máxima potencia*. España: INDE
- Brito, M., Góis, C., da Rocha, D., da-Silva, M., Pessôa, T., Maciel, G., Silva, G., Cecília, R., Dayanne, A., Yuzo, F., dos Santos, R., & Moura, M. (2021). Plyometric training increases gross motor coordination and associated components of physical fitness in children. *European Journal of Sport Science*, 21(9), 1263-1272. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1838620>
- Castro, M., Zurita, F., Chacón, R., Martínez, A., Espejo, T. & Álvaro, J. (2015). Harmful substances and motivational climate in relation to physical activity. *Health and Addictions*, 15(2), 115-126. <https://doi.org/10.21134/haaj.v15i2.244>
- Cenizo, J., Ravelo, J., Ramírez, J. & Fernández, J. C. (2016). Design and validation of assessment tool for motor coordination in primary education. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 16(62), 203-219. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2016.6.2.002>
- Cenizo, J., Ravelo, J., Ramírez, J. y Fernández, J. (2017). Test de coordinación motriz 3S: Cómo valorar y analizar su ejecución. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 32, 189-193. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i32.52720>
- Cenizo, J., Ravelo, J., Ferreras, S., & Gálvez, J. (2019). Gender differences in motor coordination development in children aged 6 to 11 years. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 55(15), 55-71. <https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05504>
- Coetzee, D. (2016). Strength, running speed, agility and balance profiles of 9-to 10-year-old learners: Nw-child study. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 38(1), 13-30.
- Cruz, A., Lara, A., Zagalaz, M. L. & Torres, G. (2014). Análisis y evaluación de la condición física en estudiantes de educación primaria de un medio rural y urbano. *Apunts. Educación Física y Deporte*, 116, 44-51. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2014/2\).116.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2014/2).116.04)
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.18.3.75>
- Faigenbaum, A., Ratames, N., Farrell, A., & Kang, J. (2009). "Plyo Play": A Novel Program of Short Bouts of Moderate and High Intensity. *The Physical Educator*, 66(1), 37-44.
- Fernández, J. (2018). *De los desafíos físicos cooperativos a las Educoop-Escape rooms*. Actas del XI Congreso Internacional de Actividades Físicas Cooperativas. Avilés.
- Fernández, J., Heras, E., González, T., Trillo, V., & Palomares, J. (2020). Gamification and physical education. Viability and preliminary views from students and teachers. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 25(5), 509-524 <https://doi.org/10.1080/17408989.2020.1743253>
- Gallotta, M., Emerenziani, G., Iazzoni, S., Iasevoli, L., Guidetti, L., & Baldari, C. (2017). Effects of different physical education programmes on children's skill- and health-related outcomes: a pilot randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 35(15), 1547-1555. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1225969>
- García, J., & Herrero, J. (2005). Variables cinéticas de la batida relacionadas con el rendimiento del salto horizontal a pies juntos. *Biomecánica*, 12(2), 61-70. <https://doi.org/10.5821/sibb.v12i2.1705>
- Gomes, L., Albuquerque, G., Durão, T., Bezerra, D., Barbosa, L., Tenório, A., & Coelho, M. (2019). Motor coordination as predictor of physical fitness in prepubertal boys. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 21, 1-10. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2019v21e56205>
- Grosset, J. F., Piscione, J., Lambert, D., & Pérot, C. (2009). Paired changes in electromechanical delay and musculotendinous stiffness after endurance or plyometric training. *European Journal of Applied Physiology*, 105(1), 131. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0882-8>
- Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2004). Challenge point: A framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 36(2), 212-224. <https://doi.org/10.3200/JMBR.36.2.212-224>
- Jarani, J., Grøntved, A., Muca, F., Spahi, A., Qefalia, D., Ushelenc, K., Kasa, A., Caporossi, D., & Gallotta, M.C. (2015). Effects of two physical education programmes on health- and skill-related physical fitness of Albanian children. *Journal of Sports Sciences*, 34(1), 35-46. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1031161>
- Johnson, B., Salzberg, C., & Stevenson, D. (2011). A systematic review: Plyometric training programs for young children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2623-2633. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318204caa0>
- Jiménez, J., & Araya, G. (2010). Más minutos de Educación física en preescolares favorecen el desarrollo motor. *Pensar en movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 8(1), 1-8. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v8i1.442>
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of learning and Instruction*. San Francisco, CA: John Wiley
- Lambert, J., & Bard, C. (2005). Acquisition of visuomotor skills and improvement of information processing capacities in 6-to 10-year-old children performing a 2D pointing task. *Neuroscience letters*, 377(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.11.058>
- Lee, J., Zhang, T., Lun, T., & Gu, X. (2020). Effects of a Need-Supportive Motor Skill Intervention on Children's Motor Skill Competence and Physical Activity. *Children*, 7(3), 21. <https://doi.org/10.3390/children7030021>
- Leo, F. M., López-Gajardo, M. A., Gómez-Holgado, J. M., Ponce-Bordón, J. C., & Pulido, J. J. (2020). Metodologías de enseñanza-aprendizaje y su relación con la motivación e implicación del alumnado en las clases de Educación Física. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(46), 495-506. <https://doi.org/10.12800/ccd.v15i46.1600>
- León, O., Martínez, L. & Santos, M. (2019). Gamification in physical education: a systematic analysis of documentary sources. *Revista Iberoamericana Ciencias Actividad Física Deporte*, 8(1), 110-124. <https://doi.org/10.21134/haaj.v15i2.244>
- Lloyd, R., Radnor, J., De Ste Croix, M., Cronin, J., & Oliver, J. (2016). Changes in sprint and jump performances after

- traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1239-1247. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c7c3fc>
- Luz, C., Cordovil, R., Gao, Z., Goodway, J., Sacko, R., Nesbitt, D., Ferkel, R., True, L., & Stodden, D. (2019). Motor competence and health-related fitness in children: A cross-cultural comparison between Portugal and the United States. *Journal of Sport and Health Science*, 8, 130-136. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.01.005>
- Lloyd, R., Faigenbaum, A., Stone, M., Oliver, J., Jeffreys, I., Moody, J., Brewer, C., Pierce, K., McCambridge, T., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L., Jaques, R., Kraemer, W., McBride, M., Best, T., Chu, D., Alvar, B., & Myer, G. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498-505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>
- Michailidis, Y., Fatouros, I., & Primpá, E. (2013). Plyometrics trainability in preadolescent soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 38-49. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182541ec6>
- Miller, M., Herniman, J., Ricard, M., Cheatham, C., & Michael, T. (2006). The effects of a 6-week training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(3), 459-465.
- Monguillot, M., González, C., Zurita, C., Almirall, L., & Guitert, M. (2015). Play the Game: gamificación y hábitos saludables en educación física. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 119, 71-79. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/1\).119.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.04)
- Mora-González, J., Pérez-López, I. J., Esteban-Cornejo, I., & Delgado-Fernández, M. (2020). A gamification-based intervention program that encourages physical activity improves cardiorespiratory fitness of college students: 'the matrix revolution program'. *International journal of environmental research and public health*, 17(3), 877. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030877>
- Moreno, J., Vera, J., & Cervelló, J. (2009). Efectos de la cesión de responsabilidad de la evaluación en la motivación y la competencia percibida en el aula de Educación Física. *Revista de Educación*, 348, 423-440.
- Navarro, D., Martínez, R. & Pérez, I. (2017). El enigma de las 3 efes: Fortaleza, fidelidad y felicidad. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 419, 73-85. <https://doi.org/10.21134/haaj.v15i2.244>
- Ntoumanis, N. (2002). Motivational clusters in a sample of British physical education classes. *Psychology of Sport and Exercise*, 3(3) 177-194. [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(01\)00020-6](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(01)00020-6)
- Ortega, F., Ruiz, J., Castillo, M., & Sjostrom, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- Ortega, F., Ruiz, J. & Castillo, J. (2013) Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: Evidence from epidemiologic studies. *Endocrinología y Nutrición*, 60(8), 458-469. <https://doi.org/10.1016/j.endoen.2013.10.007>
- Peña, G., Heredia, J., Lloret, C., Martín, M., & Da Silva, M. (2016). Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 9(1), 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.01.022>
- Pienaar, A., Salome, S., Steyn, S., & Naudé, D. (2019). Change over three years in adolescents' physical activity levels and patterns after a physical activity intervention: play study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 147(2), 135-140. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5129.4169>
- Quintero, L., Jiménez, F., & Area, M. (2018). Más allá del libro de texto. La gamificación mediada con TIC como alternativa de innovación en Educación Física. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 34, 343-348. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.65514>
- Ramírez, R., Álvarez, C., & García, A. (2018). Methodological Characteristics and Future Directions for Plyometric Jump Training Research: A Scoping Review. *Sports Medicine*, 48, 1059-1081. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0870-z>
- Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Sánchez-Sánchez, J., Slimani, M., Gentil, P., Chelly, M. S., & Shephard, R. J. (2019). Effects of plyometric jump training on the physical fitness of young male soccer players: Modulation of response by inter-set recovery interval and maturation status. *Journal of Sports Sciences*, 37(23), 2645-2652. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1626049>
- Rosa, A., & García, E. (2017). Relationship between muscle strength and other parameters of fitness in primary school children. *Revista Iberoamericana Ciencias del Deporte*, 6(1), 107-116.
- Rudd, J., Barnett, L., Farrow, D., Berry, D., Borkoles, E., & Polman, R. (2017). Effectiveness of a 16 week gymnastics curriculum at developing movement competence in children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(2), 164-169. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.06.013>
- Ruiz, J., España V., Castro J., Artero, E., Ortega, F., Cuenca, M., Jiménez, D., Cuenca, M., Chillón, P., Girela, M.J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. (2011). Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 1210-1214. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.6.5270>
- Ružbarská, I. (2016). Physical fitness of primary school children in the reflection of different levels of gross motor coordination. *Acta Gymnica*, 46(4), 184-192. <https://doi.org/10.5507/ag.2016.018>
- Sporis, G., Milanovic, L, Jukic, I, Omrcen, D., & Sampedro, J. (2010). The effect of agility training on athletic power performance. *Kinesiology*, 42(1), 65-72.
- Hallifax, S., Serna, A., Marty, J., & Lavoué, E. (2019). Adaptive gamification in education: A literature review of current trends and developments. In *Proceedings of the European Conference for Technology Enhanced Learning (EC-TEL)*. Delft, The Netherlands, 294-307. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29736-7_22
- Taylor, M., Cohen, D., Voss, C. & Sandercock, G. (2010). Vertical jumping and leg power normative data for English school children aged 10-15 years. *Journal of Sports Sciences*, 28(8), 867-872. <https://doi.org/10.1080/02640411003770212>
- Valentini, N. C., Logan, S. W., Spessato, B. C., de Souza, M. S., Pereira, K. G., & Rudisill, M. E. (2016). Fundamental motor skills across childhood: age, sex, and competence outcomes of Brazilian children. *Journal of Motor Learning and Development*, 4(1), 16-36. <https://doi.org/10.1123/jmld.2015-0021>
- van Roy, R., & Zaman, B. (2019). Unravelling the ambivalent motivational power of gamification: A basic psychological needs perspective. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.hcs.2018.04.009>
- Vázquez-Ramos, F. J. (2020). Una propuesta para gamificar paso a paso sin olvidar el currículum: modelo Edu-Game. *Retos: Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y*

- Recreación*, 39, 811-819. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.76808>
- Vázquez-Ramos, F. J., Cenizo-Benjumea, J. M., Otero-Saborido, F. M & Gálvez-González, J. (2021). El saqueo de Salticity. Diseño e intervención a través de un programa gamificado para el desarrollo del salto. *EmásF Revista digital de Educación Física*. 72, 86-107
- Verkhoshansky Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico*. España: Paidotribo.
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *Gamificación. Revoluciona tu negocio con las técnicas de los juegos*. Pearson Educación
- Yanci, J., Los Arcos, A., Reina, R., Gil, E. & Grande, I. (2014). Agility in primary education students: differences by age and gender. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 14(53), 23-35.
- Zhang, L. & Cheung, P. (2019). Making a Difference in PE Lessons: Using a Low Organized Games Approach to Teach Fundamental Motor Skills in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 4618. <https://doi.org/10.3390/ijerph16234618>