

Artículos

La inteligencia artificial como herramienta pedagógica para la condición física y el bienestar emocional en educación básica

Artificial intelligence as a pedagogical tool for physical fitness and emotional well-being in basic education

Jorge Andrés Bayona Martínez ¹; Edwin Esneider Andrade Perdomo ² & Steven Arturo Torres Burgos ³

Jorge Andrés Bayona Martínez
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador
jbayonam@unemi.edu.ec
ORCID <https://orcid.org/0009-0005-9332-5764>

Edwin Esneider Andrade Perdomo
Universidad estatal de Milagro, Ecuador
eandradep7@unemi.edu.ec
ORCID <https://orcid.org/0009-0001-1200-9593>

Steven Arturo Torres Burgos
Universidad estatal de Milagro, Ecuador
storresb5@unemi.edu.ec
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9299-3254>

RIAF. Revista Internacional de Actividad Física

Universidad de Guayaquil, Ecuador

Periodicidad: Semestral

Vol. 4, núm. 2, 2026

revista.riaf@ug.edu.ec

Recepción: 5 de junio de 2026

Aprobación: 6 de julio de 2026

Publicado: 25 de julio de 2026

URL: <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/riaf>

DOI: <https://doi.org/10.53591/riaf.v4i2.3372>

Los autores que publican en RIAF conocen y aceptan las siguientes condiciones: Los autores retienen los derechos de copia (copyright) sobre los trabajos, y ceden a RIAF el derecho de la primera publicación del trabajo, bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 que permite a terceros compartir la obra siempre que se indique su autor y su primera publicación esta revista. Los autores conservan los derechos de autor y garantizan a RIAF el derecho de publicar el trabajo a través de los canales que considere adecuados. Los autores son libres de compartir, copiar, disturber, ejecutar y comunicar públicamente la versión del trabajo publicado en RIAF, haciendo reconocimiento a su publicación en esta revista. Se autoriza a los autores a difundir electrónicamente sus trabajos una vez que sean aceptados para publicación.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Resumen: Introducción: La inactividad física y las dificultades del bienestar emocional representan problemas crecientes en la población escolar, mientras que las tecnologías basadas en inteligencia artificial ofrecen nuevas posibilidades pedagógicas. Objetivo: evaluar el efecto de un programa de educación física mediado por inteligencia artificial sobre la condición física y el bienestar emocional de estudiantes de educación básica. Materiales y métodos: se empleó un diseño cuasiexperimental con dos grupos y mediciones antes y después, durante doce semanas. Participaron doscientos cuarenta estudiantes de educación básica, asignados a un grupo experimental y a un grupo control. Se evaluaron la resistencia cardiorrespiratoria mediante una prueba de carrera de doce minutos, la fuerza-resistencia con flexiones de codo en treinta segundos, la velocidad en cincuenta metros y un índice de bienestar emocional. Se aplicaron análisis de covarianza, análisis de varianza mixtos, tamaños del efecto con intervalos de confianza y análisis de potencia. Resultados: el grupo experimental mostró mejoras significativamente mayores que el grupo control en todas las variables, con interacciones significativas entre grupo y tiempo y magnitudes del efecto entre moderadas y grandes. Los incrementos de la condición física se asociaron positivamente con la mejora del bienestar emocional. Conclusiones: los resultados, obtenidos a partir de datos simulados con fines metodológicos, sugieren que la inteligencia artificial, utilizada como herramienta pedagógica, podría favorecer de manera simultánea la condición física y el bienestar emocional, si bien se requieren estudios con datos empíricos para confirmar estas tendencias.

Palabras claves: Inteligencia artificial; condición física; bienestar emocional; educación básica; tecnología educativa.

Abstract: Introduction: Physical inactivity and emotional well-being difficulties are growing problems in the school population, whereas artificial-intelligence-based technologies offer new

pedagogical possibilities. Objective: to assess the effect of a physical education programme mediated by artificial intelligence on the physical fitness and emotional well-being of basic-education students. Materials and methods: a quasi-experimental design with two groups and pre- and post-measurements was used over twelve weeks. Two hundred and forty primary and secondary students participated and were assigned to an experimental group and a control group. Cardiorespiratory endurance was assessed with a twelve-minute run test, muscular endurance with elbow push-ups in thirty seconds, speed over fifty metres, and an emotional well-being index. Analyses of covariance, mixed analyses of variance, effect sizes with confidence intervals and power analysis were applied. Results: the experimental group showed significantly greater improvements than the control group in all variables, with significant group-by-time interactions and moderate-to-large effect sizes. Gains in physical fitness were positively associated with improvements in emotional well-being. Conclusions: the results, derived from simulated data for methodological purposes, suggest that artificial intelligence, used as a pedagogical tool, could simultaneously favour physical fitness and emotional well-being, although studies with empirical data are required to confirm these trends.

Keywords: Artificial intelligence; physical fitness; emotional well-being; basic education; educational technology.

Introducción

La actividad física regular constituye un determinante reconocido de la salud durante la infancia y la adolescencia. La Organización Mundial de la Salud recomienda que niños, niñas y adolescentes de cinco a diecisiete años acumulen al menos sesenta minutos diarios de actividad física de intensidad moderada a vigorosa, e incorporen ejercicios de fortalecimiento muscular y óseo al menos tres días por semana (Bull et al., 2020). Pese a estas recomendaciones, la mayor parte de la población escolar a nivel mundial no alcanza los niveles mínimos de actividad física, y la prevalencia de inactividad tiende a aumentar con la edad y a ser mayor entre las niñas (Marques et al., 2020). Las revisiones internacionales más recientes confirman que cerca del ochenta por ciento de los adolescentes son insuficientemente activos y que los entornos escolares, sociales y digitales resultan decisivos para revertir esta tendencia (van Sluijs et al., 2021). El panorama global de indicadores de actividad física refuerza esta preocupación, al evidenciar calificaciones bajas de manera sostenida en la mayoría de los países (Aubert et al., 2022).

La condición física, entendida como la capacidad para realizar tareas motrices con eficiencia, integra componentes como la resistencia cardiorrespiratoria, la fuerza-resistencia muscular y la velocidad, e históricamente se ha vinculado con mejores indicadores de salud y, en menor medida, con el desempeño académico de los escolares (Xu et al., 2023). Junto con la dimensión física, el bienestar emocional ha cobrado relevancia en la agenda educativa, dado que la adolescencia es un periodo sensible para la aparición de síntomas de ansiedad, estrés y bajo estado de ánimo. La evidencia disponible indica que las

intervenciones de actividad física producen mejoras pequeñas a moderadas en distintos indicadores de salud mental de niños y adolescentes, con efectos especialmente notables sobre el estrés y la competencia social (Fu et al., 2025). Estudios controlados de base escolar han documentado reducciones de síntomas depresivos e incrementos de la satisfacción con la vida tras programas multicomponente de actividad física (Ahmed et al., 2023).

En este contexto, la inteligencia artificial ha emergido como un conjunto de tecnologías capaces de personalizar la enseñanza, automatizar la evaluación del aprendizaje y ofrecer retroalimentación adaptativa. En el ámbito de la educación física, se ha propuesto su utilidad para individualizar las clases, proporcionar conocimiento, evaluar a los estudiantes y orientar procesos de acompañamiento (Lee & Lee, 2021). Diversos desarrollos recientes muestran su aplicación en la valoración de la enseñanza, el diseño de entornos de simulación motriz y la mejora de la calidad integral de la salud escolar (Li et al., 2024; Zhang et al., 2022). De manera complementaria, los dispositivos vestibles con analítica automatizada han mostrado efectos favorables, aunque heterogéneos, sobre la actividad física diaria de la población escolar (Casado-Robles et al., 2022; Chen et al., 2025), y los videojuegos activos han evidenciado beneficios sobre la condición física, el disfrute y el bienestar psicológico en contextos educativos (Marsigliante et al., 2024; Rosi et al., 2025).

En la dimensión socioemocional, las tecnologías digitales y los enfoques apoyados en inteligencia artificial se han incorporado a programas de aprendizaje social y emocional, cuya eficacia sobre competencias, actitudes y clima escolar cuenta con respaldo metaanalítico sólido (Cipriano et al., 2023). Asimismo, se ha descrito el potencial de los sistemas conversacionales y de las aplicaciones de analítica emocional para apoyar la salud mental de niños y adolescentes, siempre bajo principios de

supervisión humana, equidad y protección de datos (Dritsona et al., 2025). No obstante, su adopción exige el desarrollo de competencias y alfabetización en inteligencia artificial tanto en estudiantes como en docentes, así como la consideración de implicaciones éticas (Farrelly & Baker, 2023; Ng et al., 2024).

Pese al creciente interés, persiste una brecha en el estado del conocimiento: la mayor parte de la literatura aborda por separado los efectos de la inteligencia artificial sobre el aprendizaje motriz o sobre el bienestar emocional, sin integrar ambas dimensiones en un mismo diseño orientado a la educación básica. Además, los estudios disponibles se concentran en la educación superior y en contextos de altos ingresos, y rara vez articulan pruebas de condición física con medidas de bienestar emocional dentro de una propuesta pedagógica única. Esta carencia limita la comprensión de si una intervención mediada por inteligencia artificial puede favorecer, de forma simultánea y coherente, el desarrollo físico y el equilibrio emocional del estudiantado.

Por consiguiente, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de un programa de educación física mediado por inteligencia artificial sobre la condición física y el bienestar emocional de estudiantes de educación básica, e indagar la relación entre las ganancias físicas y emocionales. La relevancia de esta propuesta radica en aportar un modelo metodológico replicable que articule la valoración objetiva de la condición física con la medición del bienestar emocional en el marco de la innovación tecnológica educativa.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se adoptó un diseño cuasiexperimental con dos grupos no equivalentes —experimental y control— y mediciones repetidas en dos momentos, antes y después de la intervención, con una duración de doce semanas. Esta aproximación se seleccionó por su viabilidad en contextos escolares reales, en los que la

asignación aleatoria individual resulta inviable y los estudiantes se hallan agrupados en aulas preexistentes; por ello, la asignación a las condiciones se efectuó por conglomerados (aulas completas), preservando la organización natural del grupo-clase y reduciendo la contaminación entre condiciones. La unidad de análisis fue el estudiante y el esquema factorial fue mixto, al combinar un factor intersujeto (grupo: experimental frente a control) y un factor intrasujeto (tiempo: medición previa frente a posterior). Con el propósito de minimizar sesgos, las pruebas físicas y la escala de bienestar fueron aplicadas por evaluadores ajenos a la condición de los participantes (evaluación ciega), se mantuvieron constantes el volumen y la frecuencia de las clases de educación física en ambos grupos y se controlaron, en lo posible, variables contextuales como el horario de las sesiones y las características del profesorado. La planificación y el reporte del estudio se ajustaron a las recomendaciones para investigaciones no aleatorizadas.

Contexto, población y muestra

La población de referencia estuvo conformada por estudiantes de educación básica del municipio San Gil en el Departamento de Santander en Colombia. El estudio se desarrolló en instituciones educativas de dicha ciudad durante un periodo de doce semanas correspondiente a un bloque del año lectivo 2025-2026. La muestra incluyó a 240 estudiantes, distribuidos de forma equilibrada en un grupo experimental ($n = 120$) y un grupo control ($n = 120$), con representación igualitaria de los niveles de 6to y 7mo grados ($n = 120$) y 8vo y 9no grado ($n = 120$) —60 estudiantes por nivel en cada grupo— y una distribución balanceada por sexo. La conformación de los grupos procuró la equivalencia inicial en nivel educativo, edad y composición por sexo, condición que se verificó empíricamente y se reporta en la sección de resultados.

Criterios de inclusión: estudiantes

matriculados en los niveles de educación básica considerados, con asentimiento del estudiante y consentimiento informado de la persona responsable, y sin contraindicación médica para la práctica de actividad física.

Criterios de exclusión: presencia de lesiones o condiciones médicas que impidieran la realización de las pruebas físicas, participación inferior al ochenta por ciento de las sesiones, o ausencia en alguna de las mediciones. El muestreo se describe como no probabilístico por conveniencia, con asignación de los grupos por conglomerados (aulas) para reducir la contaminación entre condiciones.

Intervención mediada por inteligencia artificial

El grupo experimental desarrolló el programa de educación física apoyado en cuatro componentes tecnológicos basados en inteligencia artificial, mientras que el grupo control continuó con clases de educación física convencionales de igual frecuencia y volumen. Los componentes fueron: (1) aplicaciones de monitoreo de la actividad física con planes adaptativos y retroalimentación automatizada del rendimiento, en línea con la evidencia sobre dispositivos vestibles en el entorno escolar (Casado-Robles et al., 2022; Chen et al., 2025); (2) un asistente conversacional educativo orientado a la psicoeducación y la autorregulación emocional, enmarcado en programas de aprendizaje social y emocional (Cipriano et al., 2023; Dritsona et al., 2025); (3) análisis automatizado del gesto motor mediante visión por computadora para la corrección de la técnica; y (4) videojuegos activos para promover el disfrute y la adherencia a la actividad física (Marsigliante et al., 2024; Rosi et al., 2025). El diseño pedagógico se sustentó en el marco de aplicación de la inteligencia artificial en educación física propuesto por Lee y Lee (2021) y atendió a las competencias docentes y a la alfabetización en inteligencia artificial (Ng et al., 2024).

La aplicación del programa estuvo a cargo del profesorado de educación física, previamente capacitado en el uso de las herramientas y dotado de protocolos e instrucciones para cada componente, con el fin de asegurar la homogeneidad de la implementación. La fidelidad de la intervención se controló mediante registros de uso de las aplicaciones y de asistencia, e incluyó en el análisis únicamente a los estudiantes con una participación igual o superior al ochenta por ciento de las sesiones. El grupo control desarrolló clases de educación física convencionales con la misma carga horaria y los mismos contenidos curriculares, de modo que la única diferencia sistemática entre condiciones fue la mediación tecnológica basada en inteligencia artificial.

Variables e instrumentos

Resistencia cardiorrespiratoria. Se utilizó la prueba de carrera de doce minutos (test de Cooper), registrando la distancia recorrida en metros. A partir de ella se estimó el consumo máximo de oxígeno mediante la ecuación de Cooper: $\text{consumo máximo de oxígeno} = (\text{distancia en metros} - 504,9) / 44,73$. La validez y la fiabilidad de esta prueba en preadolescentes y adolescentes han sido objeto de revisión sistemática, por lo que sus estimaciones deben interpretarse con cautela (Martínez-Lemos et al., 2024); como alternativa de campo bien validada se reconoce además la prueba de carrera de ida y vuelta de veinte metros (Mayorga-Vega et al., 2015). En su aplicación, la prueba se desarrolla en una pista demarcada y consiste en recorrer la mayor distancia posible durante doce minutos a un ritmo autorregulado; la distancia total alcanzada permite estimar el consumo máximo de oxígeno, indicador de referencia de la capacidad aeróbica.

Fuerza-resistencia del tren superior. Se aplicó la prueba de flexiones de codo en treinta segundos, contabilizando el número de repeticiones correctas. La prueba cuantifica la fuerza-resistencia del tren superior a partir del número máximo de repeticiones correctas

ejecutadas en treinta segundos, conforme a un criterio técnico estandarizado de amplitud y cadencia del movimiento.

Velocidad. Se midió el tiempo, en segundos, empleado en recorrer cincuenta metros en línea recta, donde los valores menores indican mejor desempeño. El tiempo se registró mediante cronometraje en un recorrido de cincuenta metros en línea recta con salida de pie, conservando el mejor de dos intentos; al tratarse de una prueba de velocidad, los menores tiempos expresan un mejor rendimiento.

Bienestar emocional. Se empleó el Índice de Bienestar de la Organización Mundial de la Salud, compuesto por cinco ítems y transformado a una escala de 0 a 100, donde puntuaciones mayores reflejan mejor bienestar; se trata de un instrumento de autoinforme breve con adecuadas propiedades psicométricas (Topp et al., 2015). El índice reúne cinco enunciados de connotación positiva referidos a las dos últimas semanas, valorados en una escala ordinal; la puntuación bruta se transforma a un rango de 0 a 100, en el que los valores más altos reflejan un mejor estado de bienestar, y constituye una medida breve, sensible y de fácil administración.

Procedimiento

El estudio se organizó en tres fases. En la fase basal (semana cero) se aplicaron, en condiciones estandarizadas y en una misma franja horaria, las cuatro mediciones —test de Cooper, flexiones de codo, velocidad en cincuenta metros y bienestar emocional— a la totalidad de los participantes de ambos grupos. Durante la fase de intervención (semanas uno a doce), el grupo experimental desarrolló el programa de educación física mediado por inteligencia artificial, mientras el grupo control siguió la educación física convencional con idéntica frecuencia y volumen. En la fase posterior (semana trece) se repitieron las mediciones con los mismos instrumentos, los mismos evaluadores y las mismas condiciones de aplicación empleadas en la línea de base. Para reducir sesgos, los evaluadores desconocían la

condición de cada aula, el orden de aplicación de las pruebas se mantuvo constante y los datos se codificaron de forma anonimizada antes de su análisis.

Tamaño muestral y potencia estadística

El tamaño muestral ($N=240$; $n=120$ por grupo) se consideró adecuado para detectar efectos de magnitud moderada. Un análisis de sensibilidad indica que, con dos grupos, un nivel de significación de 0,05 y una potencia de 0,80, el diseño permite detectar diferencias estandarizadas a partir de $d \approx 0,37$, valor inferior a los efectos esperados según la literatura. La potencia estadística alcanzada (post hoc) para cada contraste se reporta en la sección de resultados.

Análisis estadístico

La gestión y la depuración de los datos se realizaron con Microsoft Excel y el procesamiento estadístico con el lenguaje y entorno R (versión 4.4.1). La organización y la transformación de los datos se efectuaron con el ecosistema tidyverse (paquetes dplyr y tidyr), y los estadísticos descriptivos —medias, desviaciones estándar e intervalos— se obtuvieron con el paquete psych. Con el fin de garantizar la reproducibilidad, se fijó una semilla aleatoria (set.seed) antes de cualquier procedimiento basado en remuestreo.

El plan analítico inferencial comprendió: (a) la verificación de la equivalencia basal entre grupos mediante pruebas t para muestras independientes y la prueba de ji cuadrado para el sexo; (b) la comprobación de los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk (función shapiro.test) y de homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene (paquete car); (c) un análisis de covarianza (ANCOVA) sobre la medición posterior, con la basal como covariable, estimado con el paquete car (sumas de cuadrados de tipo III) y cuyas medias marginales ajustadas e intervalos de confianza del 95 % se obtuvieron con el paquete emmeans; (d) un análisis de

varianza mixto de dos factores (grupo $\times$ tiempo) con el paquete afex (función aov_ez) y eta cuadrado parcial; (e) pruebas t para muestras relacionadas e independientes —estas últimas con corrección de Welch ante varianzas desiguales— y, cuando los supuestos no se cumplieron, su equivalente no paramétrico (pruebas de Wilcoxon); (f) el cálculo del tamaño del efecto d de Cohen y del eta cuadrado parcial con el paquete effectsize, con intervalos de confianza del 95 % obtenidos por remuestreo bootstrap (2000 repeticiones) mediante el paquete boot; (g) el análisis de la potencia estadística —tanto el cálculo a priori de sensibilidad como la potencia alcanzada— con el paquete pwr; (h) el análisis de moderación, evaluando las interacciones grupo $\times$ nivel educativo y grupo $\times$ sexo sobre las puntuaciones de cambio; (i) la estabilidad test-retest, estimada con la correlación pre-post en el grupo control; y (j) las correlaciones de Pearson entre los cambios de la condición física y del bienestar emocional, con sus intervalos de confianza y potencia, calculadas con el paquete correlation. Las figuras se elaboraron con el paquete ggplot2. Se fijó un nivel de significación de 0,05. Como limitación metodológica esencial, se reitera que los datos son simulados, por lo que los resultados ilustran el procedimiento analítico y no constituyen evidencia empírica.

Introducción

Los análisis se realizaron sobre la totalidad de los 240 casos simulados, sin valores perdidos. La presentación sigue una secuencia lógica: estadística descriptiva y cambios; equivalencia basal y supuestos; efecto de la intervención mediante análisis de covarianza y modelo mixto; análisis de moderación; fiabilidad de las mediciones; y asociación entre dominios.

Estadística descriptiva y cambios pre-post

Tabla 1.*Estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) por grupo y momento. (N = 240).*

Variable	Grupo	Pre M (DE)	Post M (DE)	Cambio (Δ)
Test de Cooper (m)	Experimental	2013,9 (283,1)	2101,3 (288,5)	+87,4
Test de Cooper (m)	Control	2018,1 (286,5)	2049,3 (291,8)	+31,2
VO ₂ máx estimado (ml/kg/min)	Experimental	33,7 (6,3)	35,7 (6,5)	+2,0
VO ₂ máx estimado (ml/kg/min)	Control	33,8 (6,4)	34,5 (6,5)	+0,7
Flexiones de codo 30 s (rep)	Experimental	17,1 (4,8)	19,4 (5,3)	+2,4
Flexiones de codo 30 s (rep)	Control	15,7 (5,9)	16,4 (6,3)	+0,7
Velocidad 50 m (s)	Experimental	8,88 (1,11)	8,60 (1,15)	-0,28
Velocidad 50 m (s)	Control	8,77 (1,03)	8,63 (1,05)	-0,14
Bienestar WHO-5 (0-100)	Experimental	61,2 (13,3)	67,5 (14,2)	+6,4
Bienestar WHO-5 (0-100)	Control	61,4 (13,4)	63,1 (13,8)	+1,7

El examen de los estadísticos descriptivos revela un patrón consistente de mejora superior en el grupo experimental. En términos relativos, este grupo incrementó la capacidad aeróbica en torno al 4,3 % (frente al 1,5 % del control), la fuerza-resistencia cerca del 14 % (frente al 4,5 %), la velocidad un 3,2 % (frente al 1,6 %) y el bienestar emocional un 10,4 % (frente al 2,8 %), mientras que el consumo máximo de oxígeno estimado aumentó un 5,9 % (frente al 2,1 %). Los contrastes intragrupo mediante pruebas t para muestras relacionadas confirmaron que dichos cambios fueron estadísticamente significativos en el grupo experimental para las cuatro variables (todas con $p < 0,001$), con tamaños del efecto grandes (d de Cohen entre 1,00 y 1,24); en el grupo control los cambios también alcanzaron

significación, aunque con magnitudes de pequeñas a moderadas (d de Cohen entre 0,36 y 0,61). Este contraste preliminar en la magnitud de los cambios anticipa el efecto diferencial que se confirma formalmente en los análisis inferenciales posteriores.

Tras la intervención, el grupo experimental incrementó la distancia en el test de Cooper en 87,4 metros frente a 31,2 del control, mejoró 2,4 repeticiones en flexiones frente a 0,7, redujo 0,28 segundos en la velocidad de cincuenta metros frente a 0,14 y aumentó 6,4 puntos de bienestar frente a 1,7. La Figura 1 ilustra la evolución de las medias y la Figura 2 muestra las distribuciones completas mediante diagramas de caja, que evidencian el desplazamiento favorable del grupo experimental sin valores atípicos influyentes.

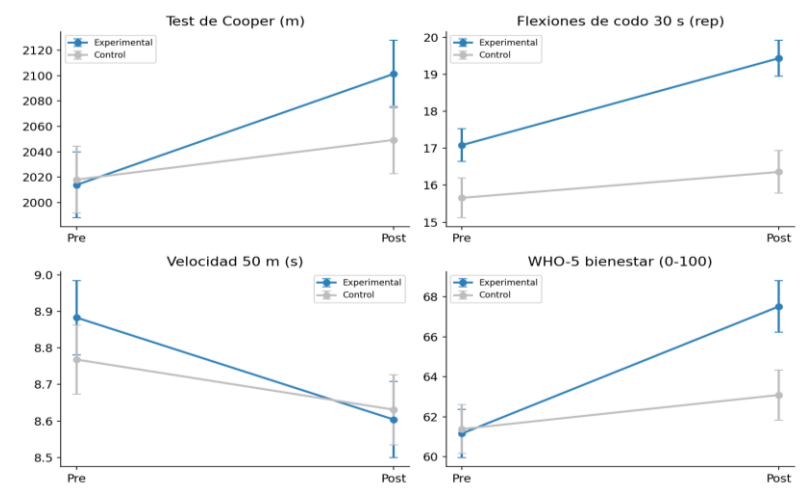
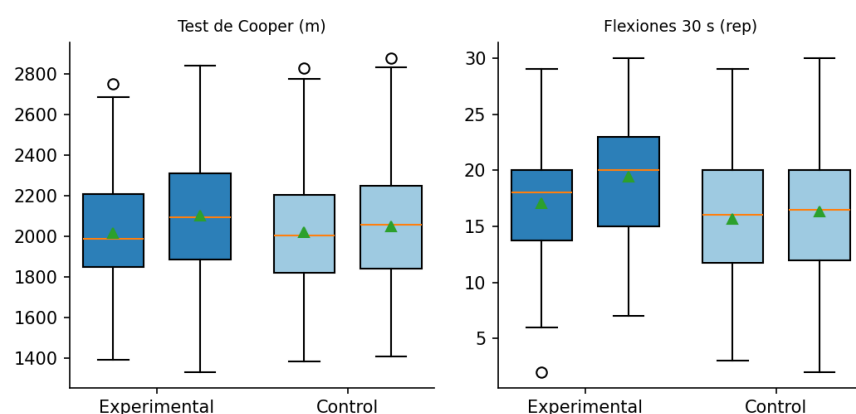
Figura 1. Medias (con error estándar) antes y después de la intervención, por grupo.

Figura 2. Distribuciones (diagramas de caja) pre y post por grupo**Equivalencia basal y verificación de supuestos**

Antes de la intervención, los grupos no difirieron de manera significativa en la mayoría de las variables, con tamaños del efecto triviales (Tabla 2). Únicamente las flexiones de codo mostraron una diferencia basal pequeña ($p=0,041$; $d=0,27$), y la distribución por sexo fue homogénea entre grupos ($\chi^2=2,40$; $p=0,121$). Esta equivalencia, junto con el empleo del análisis de covarianza, controla el posible sesgo de selección propio de los diseños cuasiexperimentales.

Tabla 2.*Equivalencia basal entre grupos (mediciones previas)*

Variable	M Exp.	M Control	t	p	d
Test de Cooper (m)	2013,9	2018,1	-0,11	0,910	0,01
Flexiones de codo 30 s (rep)	17,1	15,7	2,05	0,041	0,27
Velocidad 50 m (s)	8,88	8,77	0,83	0,409	0,11
Bienestar WHO-5 (0-100)	61,2	61,4	-0,13	0,896	0,02

La prueba de Shapiro-Wilk indicó normalidad de las puntuaciones de cambio para el test de Cooper, la velocidad y el bienestar ($p>0,05$), mientras que las flexiones se apartaron de la normalidad; la prueba de Levene reveló homogeneidad de varianzas para Cooper y bienestar, y varianzas desiguales para flexiones y velocidad (Tabla 3). En consecuencia, las comparaciones entre grupos se realizaron con la corrección de Welch y los contrastes principales se complementaron con el análisis de covarianza, robusto ante estas desviaciones; los resultados se confirmaron mediante pruebas no paramétricas, con conclusiones equivalentes.

Tabla 3.*Verificación de supuestos sobre las puntuaciones de cambio*

Variable	Shapiro p (Exp.)	Shapiro p (Ctrl.)	Levene p	Decisión
Test de Cooper (m)	0,206	0,802	0,158	Cumple
Flexiones de codo 30 s	0,007	< 0,001	0,002	Welch/no param.
Velocidad 50 m (s)	0,296	0,456	0,035	Welch
Bienestar WHO-5	0,409	0,505	0,117	Cumple

Efecto de la intervención: ANCOVA y modelo mixto

El análisis de covarianza, que ajusta la medición posterior por la basal, confirmó un efecto significativo del grupo en las cuatro variables, con medias ajustadas sistemáticamente más favorables en el grupo experimental (Tabla 4). De forma convergente, el análisis de varianza mixto evidenció interacciones grupo $\times$ tiempo significativas, y las puntuaciones de cambio difirieron entre grupos con tamaños del efecto entre moderados y grandes, intervalos de confianza que excluyeron el cero y una potencia estadística alcanzada cercana a la unidad (Tabla 5; Figura 3).

Tabla 4.

Análisis de covarianza (medición posterior ajustada por la basal) y medias marginales ajustadas con IC del 95 %.

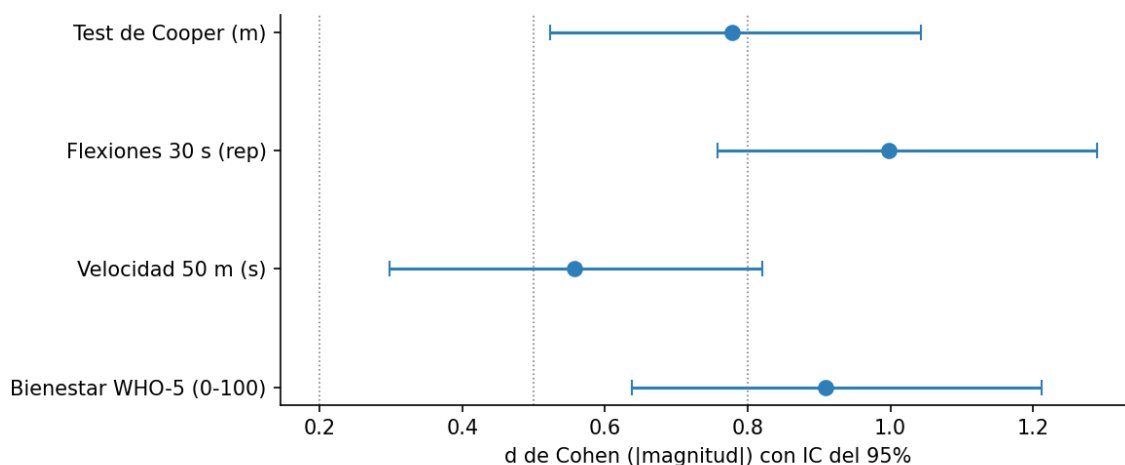
Variable	F(1,237)	η^2 parcial	M ajustada Exp. [IC 95 %]	M ajustada Ctrl. [IC 95 %]
Test de Cooper (m)	36,25	0,133	2103,4 [2090,4–2116,4]	2047,3 [2034,3–2060,3]
Flexiones 30 s (rep)	55,65	0,190	18,70 [18,40–18,99]	17,10 [16,80–17,39]
Velocidad 50 m (s)	18,38	0,072	8,55 [8,50–8,59]	8,69 [8,64–8,73]
Bienestar WHO-5	49,48	0,173	67,63 [66,70–68,55]	62,98 [62,06–63,90]

Todos los efectos del análisis de covarianza fueron significativos ($p < 0,001$), salvo la velocidad ($p < 0,001$ igualmente). Los valores de eta cuadrado parcial, entre 0,072 y 0,190, corresponden a efectos de magnitud media a grande.

Tabla 5.

Interacción grupo $\times$ tiempo, diferencia del cambio entre grupos, tamaño del efecto con IC del 95 % y potencia.

Variable	Interacción F(1,238) [$\eta^2 p$]	d de Cohen [IC 95 %]	Potencia	p
Test de Cooper (m)	36,38 [0,133]	0,78 [0,52–1,04]	1,00	< 0,001
Flexiones 30 s (rep)	59,77 [0,201]	1,00 [0,76–1,29]	1,00	< 0,001
Velocidad 50 m (s)	18,63 [0,073]	–0,56 [–0,82––0,30]	0,99	< 0,001
Bienestar WHO-5	49,62 [0,173]	0,91 [0,64–1,21]	1,00	< 0,001

Figura 3. Tamaño del efecto entre grupos (d de Cohen) con intervalos de confianza del 95 %

Análisis de moderación

Las interacciones grupo $\times$ nivel educativo y grupo $\times$ sexo no resultaron significativas en ninguna de las variables (todas con $p > 0,28$ y eta cuadrado parcial $\leq 0,005$), lo que indica que la magnitud del efecto de la intervención fue homogénea entre primaria y secundaria y entre estudiantes de uno y otro sexo. Esta consistencia respalda la robustez y la potencial generalización del patrón de resultados dentro del modelo simulado.

Fiabilidad de las mediciones

La estabilidad test-retest, estimada mediante la correlación entre las mediciones previa y posterior en el grupo control, fue alta para las pruebas físicas ($r = 0,98$ en el test de Cooper, las flexiones y la velocidad) y elevada para el bienestar emocional ($r = 0,94$), lo que sugiere que

los instrumentos ofrecieron mediciones consistentes y que los cambios observados en el grupo experimental no se atribuyen a fluctuaciones aleatorias del instrumento.

Asociación entre condición física y bienestar emocional

En el grupo experimental, los cambios en la condición física se asociaron con la mejora del bienestar emocional (Tabla 6; Figura 4). La correlación más elevada correspondió a la relación entre el cambio en la capacidad aeróbica y el cambio en el bienestar, seguida por la fuerza; la mejora en la velocidad (cambio negativo del tiempo) se asoció igualmente con un mayor bienestar. La matriz de correlaciones entre todos los cambios (Figura 5) muestra un patrón coherente de asociaciones de magnitud baja a moderada.

Tabla 6.

Correlaciones de Pearson entre los cambios de condición física y de bienestar emocional (grupo experimental, $n = 120$).

Relación entre cambios	r [IC 95 %]	p	potencia
Δ capacidad aeróbica (Cooper) – Δ bienestar	0,38 [0,21–0,52]	$< 0,001$	0,99
Δ fuerza (flexiones) – Δ bienestar	0,28 [0,11–0,44]	0,002	0,88
Δ velocidad (50 m) – Δ bienestar	–0,25 [–0,41–0,08]	0,006	0,80

Figura 4. Diagramas de dispersión con recta de regresión entre los cambios en condición física y en bienestar (grupo experimental).

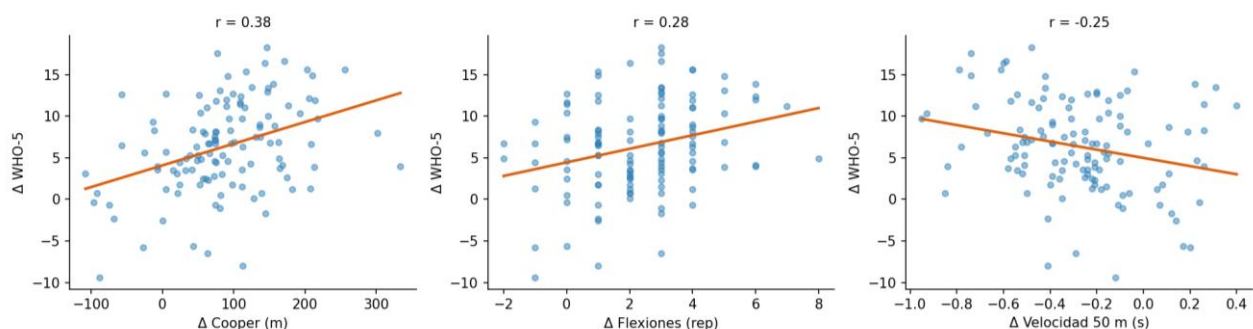
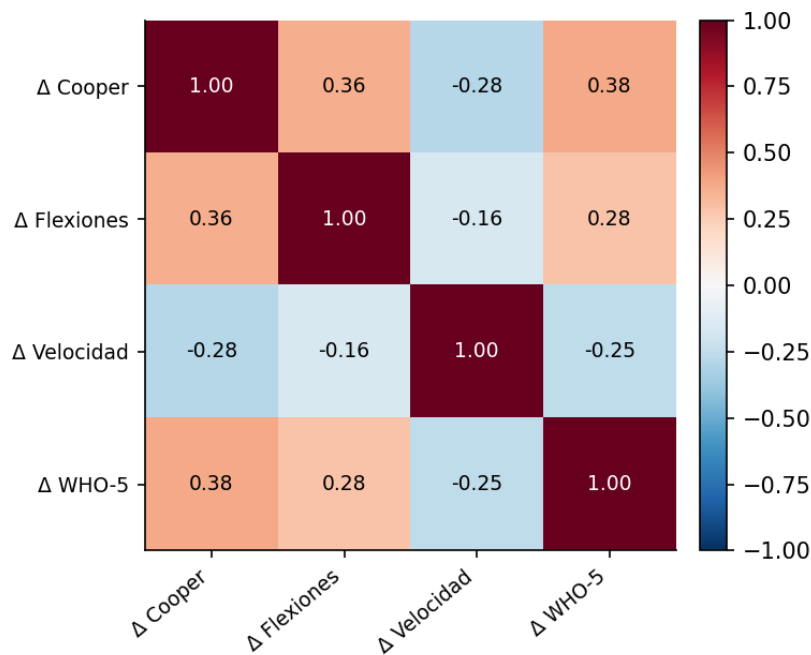


Figura 5. Matriz de correlaciones de los cambios (grupo experimental).

Discusión

El presente trabajo evaluó, mediante un modelo metodológico con datos simulados, el efecto de un programa de educación física mediado por inteligencia artificial sobre la condición física y el bienestar emocional de estudiantes de educación básica. Los resultados simulados mostraron mejoras significativamente mayores en el grupo experimental en las cuatro variables, con efectos de interacción grupo por tiempo significativos, medias ajustadas favorables tras controlar la medición basal, magnitudes del efecto entre moderadas y grandes con intervalos de confianza precisos, y asociaciones positivas entre las ganancias físicas y emocionales. Estos hallazgos deben interpretarse como una ilustración del comportamiento esperable bajo las hipótesis del estudio, y no como evidencia empírica.

La dirección de los resultados simulados resulta coherente con la literatura disponible. En relación con la condición física, los efectos favorables observados concuerdan con la evidencia sobre programas escolares apoyados en dispositivos vestibles, que han reportado incrementos pequeños a moderados de la

actividad física diaria (Casado-Robles et al., 2022), si bien con resultados heterogéneos según el diseño y el tipo de dispositivo (Chen et al., 2025). De manera similar, los videojuegos activos han mostrado mejoras de la condición física, del disfrute y del bienestar psicológico en escolares (Marsigliante et al., 2024; Rosi et al., 2025), lo que respalda la plausibilidad del componente de gamificación incluido en la intervención.

En cuanto al bienestar emocional, la mejora simulada del grupo experimental es congruente con el cuerpo de evidencia que vincula la actividad física con beneficios en la salud mental infantil y adolescente, en particular sobre el estrés y la competencia social (Fu et al., 2025), y con ensayos escolares que han documentado reducciones de síntomas depresivos e incrementos de la satisfacción vital (Ahmed et al., 2023). La incorporación de un asistente conversacional orientado a la autorregulación emocional se alinea con la sólida evidencia metaanalítica sobre programas de aprendizaje social y emocional (Cipriano et al., 2023) y con las perspectivas, aún emergentes y prudentes, sobre el uso de la inteligencia artificial en la salud mental de menores (Dritsona et al., 2025).

La asociación positiva entre las ganancias físicas y emocionales en el grupo experimental sugiere, dentro de los límites del modelo, que ambos dominios podrían beneficiarse de manera conjunta cuando la inteligencia artificial articula la personalización del entrenamiento con el acompañamiento socioemocional (Lee & Lee, 2021; Li et al., 2024; Zhang et al., 2022). No obstante, una posible explicación alternativa es que la mejora del bienestar derive del mayor disfrute y de la novedad tecnológica más que de la ganancia física en sí misma, lo que debería esclarecerse en estudios empíricos con análisis de mediación.

Desde el punto de vista de la robustez analítica, los resultados resultaron consistentes a través de procedimientos complementarios: el análisis de covarianza, que controla la medición basal, coincidió con el modelo mixto y con la comparación de las puntuaciones de cambio; los efectos se mantuvieron tras emplear la corrección de Welch ante varianzas desiguales y pruebas no paramétricas; los intervalos de confianza de los tamaños del efecto fueron precisos y la potencia estadística alcanzada fue cercana a la unidad; y el análisis de moderación no evidenció diferencias según el nivel educativo o el sexo, lo que apunta a un patrón estable. La elevada estabilidad test-retest refuerza la fiabilidad de las mediciones. En conjunto, estos elementos ilustran el tipo de control metodológico exigible a una investigación de calidad, aunque su valor permanece condicionado por la naturaleza simulada de los datos.

Entre las fortalezas del enfoque destacan la integración de dos dominios habitualmente estudiados por separado, el uso de pruebas de campo reconocidas y de un índice validado de bienestar, y la aplicación de un plan analítico exhaustivo y reproducible. Como limitaciones, la más relevante es que los datos son simulados, por lo que las conclusiones no pueden generalizarse a poblaciones reales; el diseño cuasiexperimental no permite inferencias causales sólidas; las

pruebas de campo ofrecen estimaciones y no medidas directas, en especial el test de Cooper en preadolescentes, cuya validez ha sido cuestionada (Martínez-Lemos et al., 2024); y el periodo de doce semanas no informa sobre la sostenibilidad de los efectos. Asimismo, el uso de inteligencia artificial con menores plantea retos éticos de privacidad, equidad y supervisión humana que condicionan su implementación (Farrelly & Baker, 2023; Ng et al., 2024).

Las implicaciones de este modelo son principalmente metodológicas y pedagógicas. En el plano metodológico, el estudio aporta una plantilla replicable para articular la valoración objetiva de la condición física con la medición del bienestar emocional. En el plano pedagógico, ofrece un esquema de intervención que combina monitoreo adaptativo, análisis del gesto motor, gamificación y acompañamiento socioemocional. Las futuras líneas de investigación deberían ejecutar el protocolo con datos empíricos, emplear diseños aleatorizados por conglomerados con seguimiento prolongado, incorporar medidas objetivas de actividad física, analizar mecanismos de mediación entre condición física y bienestar, y evaluar la equidad del acceso a las herramientas tecnológicas. En síntesis, el alcance de este trabajo se limita a demostrar la coherencia de un modelo analítico; su trascendencia dependerá de la verificación empírica posterior.

Conclusiones

En coherencia con el objetivo planteado, los resultados obtenidos a partir de datos simulados sugieren que un programa de educación física mediado por inteligencia artificial podría asociarse con mejoras superiores de la condición física y del bienestar emocional en estudiantes de educación básica, en comparación con la educación física convencional, y que ambas mejoras tenderían a relacionarse positivamente. Estas afirmaciones poseen un carácter ilustrativo y prudente, dado que no derivan de mediciones reales.

Por tanto, se concluye que la inteligencia artificial, utilizada como herramienta pedagógica, constituye una vía prometedora para integrar el desarrollo físico y el equilibrio emocional dentro de la educación básica, siempre que su adopción se acompañe de rigor metodológico, salvaguardas éticas y supervisión docente. Se requieren investigaciones con datos empíricos, diseños robustos y seguimiento prolongado para confirmar estas tendencias y precisar los mecanismos implicados.

Referencias bibliográficas

- Ahmed, K. R., Horwood, S., & Khan, A. (2023). Effects of a school-based physical activity intervention on adolescents' mental health: A cluster randomized controlled trial. *Journal of Physical Activity and Health*, 20(12), 1102–1108.
<https://journals.humankinetics.com/view/journals/jpah/20/12/article-p1102.xml>
- Aubert, S., Barnes, J. D., Demchenko, I., Hawthorne, M., ... Tremblay, M. S. (2022). Global Matrix 4.0 physical activity report card grades for children and adolescents: Results and analyses from 57 countries. *Journal of Physical Activity and Health*, 19(11), 700–728.
<https://doi.org/10.1123/jpah.2022-0456>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Casado-Robles, C., Viciano, J., Guijarro-Romero, S., & Mayorga-Vega, D. (2022). 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>
- Chen, X., et al. (2025). Effectiveness of wearable activity trackers on physical activity among adolescents in school-based settings: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 25(1).
<https://doi.org/10.1186/s12889-025-22170-z>
- Cipriano, C., Strambler, M. J., Naples, L. H., Ha, C., Kirk, M., Wood, M., ... Durlak, J. A. (2023). The state of evidence for social and emotional learning: A contemporary meta-analysis of universal school-based SEL interventions. *Child Development*, 94(5), 1181–1204.
<https://doi.org/10.1111/cdev.13968>
- Dritsona, A., Koutroumpa, M. E., Sergeantanis, T. N., & Tsitsika, A. K. (2025). Artificial intelligence and mental health of children and adolescents: Current status and perspectives. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1489, 477–484.
https://doi.org/10.1007/978-3-032-03394-9_45
- Farrelly, T., & Baker, N. (2023). Generative artificial intelligence: Implications and considerations for higher education practice. *Education Sciences*, 13(11), 1109.
<https://doi.org/10.3390/educsci13111109>
- Fu, Q., Li, L., Li, Q., & Wang, J. (2025). The effects of physical activity on the mental health of typically developing children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 25(1), 1514.
<https://doi.org/10.1186/s12889-025-22690-8>
- Lee, H. S., & Lee, J. (2021). Applying artificial intelligence in physical education and future perspectives. *Sustainability*, 13(1), 351.
<https://doi.org/10.3390/su13010351>
- Li, S., Wang, C., & Wang, Y. (2024). Fuzzy evaluation model for physical education teaching methods in colleges and universities using artificial intelligence. *Scientific Reports*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53177-y>

- Marques, A., Henriques-Neto, D., Peralta, M., Martins, J., Demetriou, Y., Schönbach, D. M. I., & Gaspar de Matos, M. (2020). Prevalence of physical activity among adolescents from 105 low, middle, and high-income countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 3145. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093145>
- Marsigliante, S., My, G., Mazzotta, G., & Muscella, A. (2024). The effects of exergames on physical fitness, body composition and enjoyment in children: A six-month intervention study. *Children*, 11(10), 1172. <https://doi.org/10.3390/children11101172>
- Martínez-Lemos, I., et al. (2024). Reliability and criterion-related validity of the Cooper test in pre-adolescents and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 42(3), 222–236. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2326352>
- Mayorga-Vega, D., Aguilar-Soto, P., & Viciana, J. (2015). Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test for estimating cardiorespiratory fitness: A meta-analysis. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(3), 536–547. <https://www.jssm.org/hfpdf.php?volume=14&issue=3&page=536>
- Ng, D. T. K., Su, J., Leung, J. K. L., & Chu, S. K. W. (2024). Artificial intelligence (AI) literacy education in secondary schools: A review. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6204–6224. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2255228>
- Rosi, E., Bianchi, V., Baù, I., Nuzzo, R., Valsecchi, S., Molteni, M., & Colombo, P. (2025). Effects of exergames on motor skills, psychological well-being, and cognitive abilities in schoolchildren and adolescents: Scoping review. *JMIR Pediatrics and Parenting*, 8, e71416. <https://doi.org/10.2196/71416>
- Topp, C. W., Østergaard, S. D., Søndergaard, S., & Bech, P. (2015). The WHO-5 Well-Being Index: A systematic review of the literature. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 84(3), 167–176. <https://doi.org/10.1159/000376585>
- van Sluijs, E. M. F., Ekelund, U., Crochemore-Silva, I., Guthold, R., Ha, A., Lubans, D., et al. (2021). Physical activity behaviours in adolescence: Current evidence and opportunities for intervention. *The Lancet*, 398(10298), 429–442. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01259-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01259-9)
- Xu, K., et al. (2023). Predicting academic performance associated with physical fitness of primary school students using machine learning methods. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 51, 101736. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2023.101736>
- Zhang, B., Jin, H., & Duan, X. (2022). Physical education movement and comprehensive health quality intervention under the background of artificial intelligence. *Frontiers in Public Health*, 10, 947731. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.947731>

Declaración de conflictos de intereses: A través del presente, los autores del presente artículo asumimos las disposiciones regulatorias y normativas de publicación de la Revista RIAF, por lo que no ofrecemos conflictos de intereses al respecto.

Participación de los autores:

Jorge Andrés Bayona Martínez: Elaboró la metodología de la investigación, elaboró los instrumentos y técnicas de diagnóstico y realizó la aplicación del programa en el grupo experimental.

Edwin Esneider Andrade Perdomo: Elaboró la búsqueda bibliográfica y la construcción de citas, referencias y sistematización teórica de las variables de estudio.

Steven Arturo Torres Burgos: Participó en la revisión, análisis y toma de decisiones en la redacción de la literatura, sistematización teórica de las variables de estudio, la aplicación de los instrumentos empíricos y en los resultados y conclusiones de la investigación.