
ARTÍCULO PRODUCTO DE INVESTIGACIÓN

**Evolución de los documentos relacionados con el uso de la Inteligencia Artificial
en el área de Educación Física¹**

Evolution of the documents related to the use of Artificial Intelligence
in the area of Physical Education

Víctor Hernández-Beltrán²
Universidad de Extremadura

Mário C. Espada³
Instituto Politécnico de Setúbal

Boryi A. Becerra-Patiño⁴
Universidad Pedagógica Nacional

José Fernández-Cortés⁴
José M. Gamonales⁵
Universidad de Extremadura

Recibido: 15.03.2025
Aceptado: 15.05.2025

¹ Estudio desarrollado dentro del Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (GOERD), Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura (España), y en colaboración con la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá (Colombia), y el Instituto Politécnico de Setúbal (Portugal). Además, esta investigación ha sido parcialmente subvencionada por la Ayuda a Grupos de Investigación (GR24133), de la Junta de Extremadura (Consejería de Educación, Ciencia y Formación Profesional), con una contribución de la Unión Europea con cargo a los Fondos Europeos de Desarrollo Regional.

² vhernandpw@alumnos.unex.es

<https://orcid.org/0000-0002-7449-5734>

³ mario.espada@ese.ips.pt

<https://orcid.org/0000-0002-4524-4784>

⁴ babecerrap@pedagogica.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-9581-5071>

⁴ jofercor91@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8643-8331>

Resumen

Introducción. La Inteligencia Artificial se entiende como el conjunto de algoritmos informáticos que se emplean para asemejar la tecnología a la inteligencia humana. Además, permite llevar a cabo acciones cotidianas como aprender, razonar o dar resolución a problemas. En el ámbito educativo, la Inteligencia Artificial es de gran importancia, puesto que permite a los docentes dar una retroalimentación inmediata, personalizar los aprendizajes, predecir los resultados y mejorar las competencias digitales. Por tanto, debido a la importancia y beneficios de integrar la Inteligencia Artificial en el ámbito educativo, es imprescindible iniciar diferentes revisiones para analizar su uso. **Método.** El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una revisión bibliométrica relacionada con el uso de la Inteligencia Artificial en el área de Educación Física. Para ello, se empleó la base de datos de Web of Science, mediante la frase de búsqueda: “Artificial Intelligence” y “Physical Education”, obteniendo un total de 108 documentos válidos. **Resultados.** Los resultados muestran el gran crecimiento de dicha temática, mostrando un crecimiento del 55% en los últimos 6 años. De esta manera, se observa cómo la mayor parte de los estudios han sido elaborados por investigadores procedentes de China, debido a que son la población con el mayor número de estudios y citas. Asimismo, las evidencias científicas halladas tras la realización del presente trabajo muestran la importancia de la inclusión de la Inteligencia Artificial en el ámbito educativo, y, en concreto, en el área de Educación Física, puesto que permite facilitar todos los procesos que se deben realizar en la comunidad científica. **Conclusiones.** Los docentes de Educación Física deben ser conscientes de la importancia de incluir herramientas didácticas y un entorno pedagógico inteligente para llevar a cabo una educación eficaz e innovadora.

Palabras clave: educación, docente, tecnología, competencias, alumnado, transversal

Abstract

Introduction. Artificial Intelligence is understood as the set of computer algorithms that are used to make technology similar to human intelligence. In addition, it enables everyday actions such as learning, reasoning, and problem solving. In the field of education, Artificial

Intelligence is of great importance, as it allows teachers to give immediate feedback, personalise learning, predict results and improve digital competences. Therefore, due to the importance and benefits of integrating Artificial Intelligence in the educational field, it is essential to initiate different reviews to analyse its use. Method. The aim of the present study was to develop a bibliometric review related to the use of Artificial Intelligence in the area of Physical Education. The Web of Science database was used, using the search phrase: "Artificial Intelligence" and "Physical Education", obtaining a total of 108 valid documents. Results. The results show the great growth of this subject, with a 55% increase in the last 6 years. In this way, it can be seen that most of the studies have been carried out by researchers from China, due to the fact that they are the population with the highest number of studies and citations. Likewise, the scientific evidence found after carrying out this work shows the importance of the inclusion of Artificial Intelligence in the field of education, and specifically in the area of Physical Education, since it facilitates all the processes that must be carried out in the scientific community. Conclusions Physical Education teachers must be aware of the importance of incorporating didactic tools and a thoughtful pedagogical approach to deliver effective and innovative education.

Keywords: education, teacher, technology, competences, students, transverse

Introducción

La incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en la sociedad ha permitido que se favorezcan procesos comunicativos y de acceso a la información que han transformado los métodos de enseñanza y aprendizaje en los diferentes contextos y latitudes (Mora Rodríguez, 2013). Además, la TICs educativa se ha constituido como un campo transdisciplinario enfocado en integrar los diferentes saberes, conocimientos y aportes para satisfacer las necesidades específicas del alumnado (Hernaiz-Agreda et al., 2024) y las demandas del contexto educativo donde no todos aprenden de la misma forma (Dandy & Bendersky, 2014). La transdisciplinariedad permite el estudio de problemas complejos a través de la integración de saberes y redes de cooperación para crear soluciones innovadoras

(Dravet et al., 2020; Mandelid, 2023), haciendo a su vez, que exista un diálogo intercientífico y educativo para abordar los problemas que presenta cada contexto (Winchester, 2006; Vélez-Cardona et al., 2018; Becerra-Patiño et al., 2024a). Por consiguiente, las TICs llevan casi un siglo incidiendo en el desarrollo humano a partir de diferentes áreas e industrias de la sociedad (Liu, 2008). De esta manera, los docentes juegan un papel clave respecto a la utilización de nuevas tecnologías en las aulas (Area-Moreira et al., 2016; Admiraal et al., 2017; Espoz-Lazo et al., 2021).-Por ello, la educación ha integrado progresivamente los avances tecnológicos en los contextos escolares y universitarios (Alarte-Hernández & Arias-Estero, 2021; Fernández-Batanero et al., 2021; Sospedra Harding et al., 2021), con el objetivo de implementar sistemas de gestión educativa inteligentes que optimicen los procesos de enseñanza-aprendizaje (E-A) (Gudanescu, 2010).

Este enfoque responde a las políticas de desarrollo sostenible, en las cuales el bienestar social se considera un resultado directo de la calidad educativa (Espejo-García et al., 2022; Kioupi & Voulvoulis, 2019). En este sentido, la creciente incorporación de herramientas tecnológicas para el aprendizaje, tales como dispositivos móviles, pizarras digitales, computadoras, portátiles y laboratorios virtuales, busca no solo facilitar el acceso al conocimiento compartido, sino también promover la innovación y la reforma educativa (Campos-Gutiérrez et al., 2021; Haleem et al., 2022). Por ello, uno de los principales aportes de las TICs en el ámbito educativo está relacionado con posibilitar adaptabilidad a nuevas formas de entender el proceso de E-A, y donde la participación del alumnado se extienda más allá de la comunicación verbal (Billota et al., 2021). Por tanto, la tecnología digital dentro de la educación moderna ha buscado minimizar las brechas temporales y espaciales para enriquecer entornos pedagógicos (Selwyb & Falcer, 2014), debido a que nuevos avances como la Realidad Aumentada (RA) han confrontado las concepciones tradicionalistas del entorno, función y finalidad del aprendizaje (Kyza & Georgiou, 2018).

En los últimos 20 años, las TICs al servicio de la educación han alcanzado avances inimaginables, a través de propuestas divergentes como los entornos de aprendizaje (Sinakou et al., 2019), la comunicación móvil y las redes sociales (Pires et al., 2022), la RA (Liang et

al., 2023) o la IA (Lee & Lee, 2021), siendo empleadas en cualquier área. Es decir, las TICs son herramientas que “permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos comunes” (Fernández-Espínola & Ladrón-de-Guevara Moreno, 2015, p.18). En el área de Educación Física (EF), las TICs desempeñan un papel fundamental, con múltiples objetivos, como puede ser promocionar el cuidado del cuerpo y la educación del movimiento (García-Pérez et al., 2024), o favorecer el desarrollo integral de los individuos (Naranjo Harnisth, 2024). Esta disciplina no solo se orienta hacia el bienestar físico, sino también hacia la salud mental, cognitiva y psicosocial, además de contribuir a la reducción de comportamientos sedentarios (Talero-Jaramillo et al., 2024). En este contexto, los profesionales de la EF se enfrentan a una serie de desafíos, siendo clave que sus enfoques pedagógicos estén en constante evolución (Durán-Vinagre, 2025). Por ello, es importante diseñar y adaptar estrategias didácticas y metodológicas innovadoras que optimicen el proceso de E-A, incorporando herramientas tecnológicas que enriquezcan la experiencia educativa (Chang et al., 2020).

Por consiguiente, la integración de las TICs, y, en concreto, de la Inteligencia Artificial (IA), en el área de EF facilita la incorporación de herramientas avanzadas para el reconocimiento del comportamiento humano, así como la detección y análisis de indicadores fisiológicos mediante tecnologías de reconocimiento facial (Yang et al., 2021). Además, la IA ofrece un potencial significativo para la automatización de procesos de evaluación, permitiendo una calificación más precisa y la retroalimentación en tiempo real de las actividades realizadas por los estudiantes (Barrué-García & Lizandra, 2025), lo cual optimiza la experiencia de aprendizaje y fomenta una mayor personalización durante el proceso de E-A (Wang, 2021; Huang et al., 2021). No obstante, una de las principales limitaciones de la IA en el área de EF radica en que el sistema de enseñanza inteligente tiene decodificados modelos preestablecidos, lo que limita la flexibilidad a la variedad de posibilidades que tiene el movimiento humano y a las diferencias de los estudiantes al realizar una tarea motriz (Song, 2024). De esta manera, se han venido desarrollando estudios sobre los procesos de la EF y las TICs. Sin embargo, ningún estudio hasta el momento se ha centrado en analizar el empleo de la IA en el área de EF.

Por tanto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la tendencia y la evolución de la producción científica sobre Inteligencia Artificial (IA) en el área de Educación Física (EF), a partir de una revisión bibliométrica en la base de datos Web of Science (WoS), incluyendo los documentos publicados hasta el 31 de diciembre de 2023. Esta investigación surge debido a que los estudios existentes en la literatura científica se han centrado principalmente en el análisis de la tecnología educativa en el aprendizaje (Perdima et al., 2022), en el uso de las TICs en EF (Sospedra Harding et al., 2021), en el empleo de la realidad virtual y aumentada en la EF (Calabuig-Moreno et al., 2020), en el análisis del impacto de las TICs en el alumnado con discapacidad (Fernández-Batanero et al., 2021) o, incluso, en etapas educativas específicas, como la Educación Primaria (Espoz-Lazo et al., 2021). De este modo, el presente estudio constituye uno de los primeros trabajos bibliométricos enfocados en analizar la evolución de la literatura científica relacionada con la IA en el ámbito de la EF.

De esta manera, los análisis bibliométricos permiten explorar la producción científica de diferentes países, filiaciones institucionales, investigadores, revistas, palabras clave y citaciones, con el fin de comprender cómo se ha estudiado una temática específica (Hernández-Beltrán et al., 2024; Gazali et al., 2023) y, a partir de ello, proyectar futuras líneas de investigación (Sousa et al., 2024). Los hallazgos de este estudio bibliométrico buscan contribuir a un mayor entendimiento de cómo la nueva tecnología se ha ido integrando progresivamente en el sector educativo, mediante el análisis de la productividad científica generada hasta la fecha.

1. Método

1.1 Diseño

Una revisión bibliométrica se encuadra dentro de los Estudios Teóricos (Montero & León, 2007), puesto que se lleva a cabo una revisión y análisis de los datos en función de una temática de estudio seleccionada, mediante una estrategia retrospectiva (Ato et al., 2013). En

este sentido, la investigación pretende identificar nuevos conocimientos sobre la IA a través de la recopilación, el análisis y la sistematización de las principales revistas, países y autores que han publicado en este campo.

1.2 Extracción de los datos

Para la identificación y selección de los estudios, se empleó la base de datos de WoS, debido a que es la base de datos con mayor número de documentos indexados (Herrera & de las Heras-Rosas, 2020). Además, es una de las plataformas de datos más empleadas para llevar a cabo análisis bibliométricos (Denche-Zamorano et al., 2023; Gutiérrez-Hellín et al., 2023; Hernández-Beltrán et al., 2023). Para el desarrollo de la búsqueda e identificación de los documentos, se han seguido las siguientes fases propuestas por Arksey & O'Malley (2005): a) establecer la pregunta inicial, así como el planteamiento del problema al cual se va a dar respuesta; b) establecer los criterios de búsqueda e identificar los documentos que presenten mayor relación con la temática objeto de estudio; c) seleccionar los documentos más concluyentes; d) extraer y analizar los datos; y e) dar respuesta a la pregunta inicial.

1.3 Estrategia de búsqueda

Para la búsqueda y selección de los manuscritos en la WoS, se empleó el filtro “tema” y se introdujeron las siguientes palabras clave: “Artificial Intelligence” y “Physical Education”, con la finalidad de identificar aquellos documentos que incluían dichos términos en el Título, Resumen o Palabras clave. Además, se utilizó el booleano “And”, que busca encontrar documentos que contengan todos los términos especificados, limitando la búsqueda y requiriendo la presencia de todos los elementos. Asimismo, el uso de dichos filtros y el operador booleano permitió identificar los documentos más relacionados con la temática objeto de estudio.

La primera búsqueda e identificación de los documentos se llevó a cabo por dos investigadores (VH-B y JMG). Posteriormente, fue revisada por el resto de los investigadores participantes

en el estudio (BAB-P y JF-C), con la finalidad de reducir el sesgo en los resultados y aumentar la validez del proceso realizado; fue revisado por MCE. Además, en caso de existir un conflicto en la decisión final, este fue resuelto en consenso por todos los integrantes. Finalmente, la muestra de estudio quedó conformada por 118 documentos, publicados hasta el 31 de diciembre de 2023, los cuales presentaban una estructura de articulocientífico, siendo estos: artículos de investigación originales, artículos de revisión, artículos de reflexión o ensayo, artículos cortos, entre otros (Gamonaes et al., 2018).

1.4 Análisis de datos y estadístico

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis descriptivo en relación al año de publicación de cada uno de los estudios incluidos, con la finalidad de conocer el crecimiento en el número de publicaciones (Gamonaes et al., 2023; Hernández-Beltrán et al., 2023). Este crecimiento exponencial se calculó mediante el coeficiente de determinación R^2 y la ley de DeSolla Price (Dobrov et al., 1979; Price, 1976). Estos cálculos permiten identificar el incremento en el número de publicaciones tomando como referencia la mediana de los años. De esta forma, se van a establecer dos zonas: documentos obsoletos y manuscritos contemporáneos. Para identificar aquellos autores con mayor número de documentos, se empleó la Ley de Lotka (Coile, 1977), mediante el empleo del índice H (Hirsch, 2005). Por último, para el análisis de los términos claves empleados, se utilizó la Ley de Zipf (Valderrama-Zurián et al., 2021; Vega-Muñoz et al., 2022).

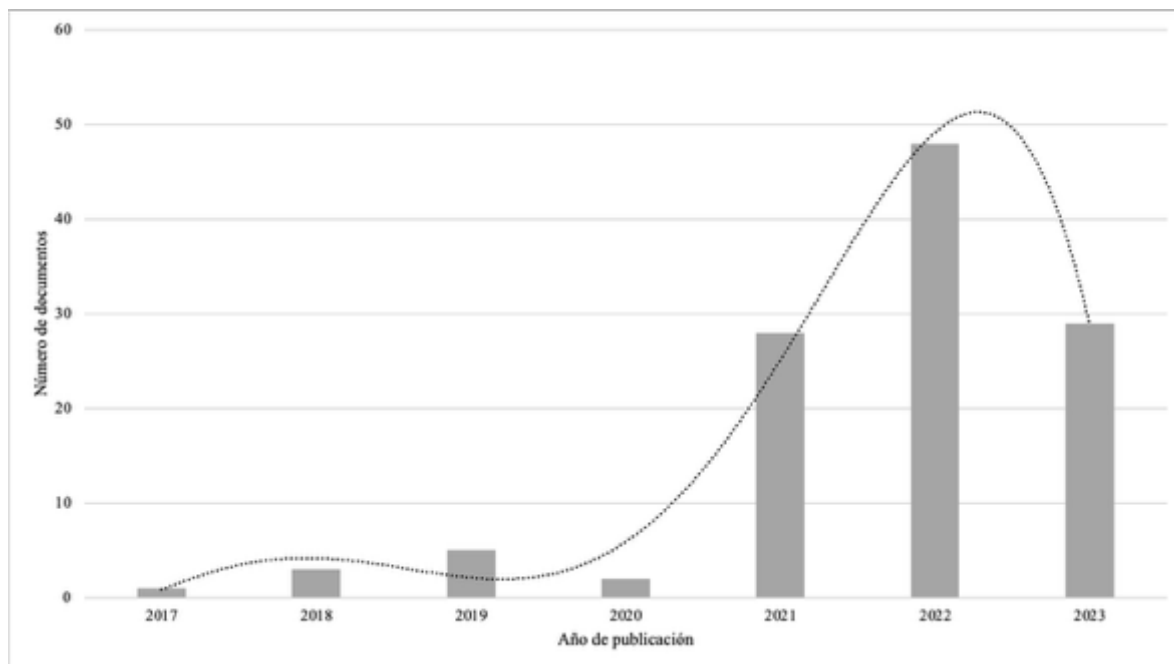
Finalmente, los datos fueron obtenidos en dos formatos para la realización de los análisis estadísticos: Excel y Texto Plano. Para efectuar dicho análisis, se utilizó el software Microsoft Excel (2006 versión: Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA), y para la identificación de las conexiones entre los Autores, Instituciones, Países y Palabras clave, se empleó el software VOSviewer (v.6.19. Center for Science and Technology Studies, Netherlands). Para la creación y visualización de los resultados en VOSviewer, se efectuó un análisis de fragmentación con un valor de atracción de 3 y de repulsión de -2, en función de la temática y la temporalidad de los resultados (Uribe-Toril et al., 2019).

2. Resultados

2.1 Evolución del número de publicaciones.

Teniendo en cuenta la totalidad de los documentos seleccionados ($n = 118$), se ha llevado a cabo un análisis descriptivo para identificar el número de documentos por año, así como analizar el crecimiento exponencial de la muestra. Los dos primeros documentos fueron publicados en los años 2003 (Ravé & Prieto, 2003) y 2004 (Jiang et al., 2004). Por el contrario, no se ha identificado una continuidad en la publicación hasta el año 2017, siendo el primer año hasta la actualidad con un mínimo de 1 manuscrito publicado. Por tanto, para el cálculo del coeficiente R^2 , se tuvo en cuenta el año 2017 como comienzo, observando un crecimiento exponencial del 67.75% comparando el número de publicaciones realizadas desde 2017 a 2020, y desde 2020 a la actualidad (Figura 1).

Figura 1. Análisis descriptivo del número de documentos por año



Fuente. Elaboración propia

2.2 Categoría de WoS

Tras la selección de las primeras 5 categorías de WoS con mayor número de documentos, se observa la existencia de tres categorías con un número superior a 20 documentos (1. Computer Science Information Systems, 2. Telecommunications y 3. Computer Science Artificial Intelligence), ambas estrechamente relacionadas con el uso de las tecnologías y, en este caso, con la IA en el área de EF. Además, entre dichas categorías engloban más del 50% de los manuscritos. No obstante, existen documentos que pueden pertenecer a varias categorías de forma simultánea.

Tabla 1. Top 5 categorías de WoS.

Categorías de WoS	Documentos	%
Computer Science Information Systems	30	25.42
Telecommunications	23	19.49
Computer Science Artificial Intelligence	22	18.64
Engineering Electrical Electronic	13	11.01
Computer Science Interdisciplinary Applications	12	10.16

Fuente. Elaboración propia

2.3 Análisis de los documentos más citados

En la Tabla 2, se muestran los manuscritos con el mayor número de citas y el nombre de la revista. De la misma forma, se expresa el número de citas medias obtenidas desde su publicación. De esta manera, se observa la existencia de cinco documentos, los cuales han obtenido una media superior de 20 citas por año, siendo el artículo de Lee & Lee (2021) el manuscrito que presenta mayor número ($n = 37$).

Tabla 2. Documentos y citas por año

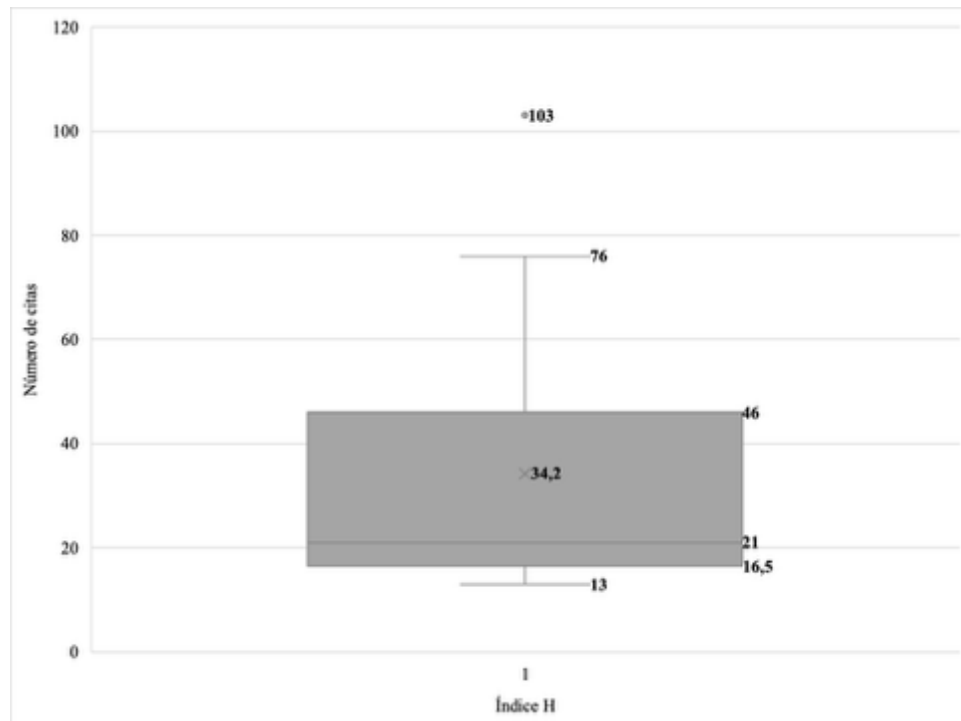
Título	Autor/es y Año de publicación	Título de la Revista	Total de citas	Promedio por año
Applying Artificial Intelligence in Physical Education and Future Perspectives	Lee & Lee (2021)	Sustainability	37	12.33
Training Future Physical Education Teachers for Physical and Sports Activities: Neuropedagogical Approach	Karasievyich et al. (2021)	Brain-Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience	35	11.66
An artificial intelligence and machine vision-based evaluation of physical education teaching	Liu (2021)	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	24	8.00
Physical Education Teaching in Colleges and Universities Assisted by Virtual Reality Technology Based on Artificial Intelligence	Wang (2021)	Mathematical Problems in Engineering	19	6.33
Hybrid Physical Education Teaching and Curriculum Design Based on a Voice-Interactive Artificial Intelligence Educational Robot.	Yang et al. (2020)	Sustainability	17	5.66

Fuente. Elaboración propia

2.4 Análisis de las citas (Índice H).

De los 118 documentos seleccionados, se ha identificado un índice H de 13, es decir, hay un mínimo de 13 manuscritos con 3 citas. Además, se observa la existencia de un documento con un gran número de citas, comparado con el resto ($n = 103$) (Ravyse et al., 2017) (Figura 2).

Figura 2. Análisis del índice H de la muestra

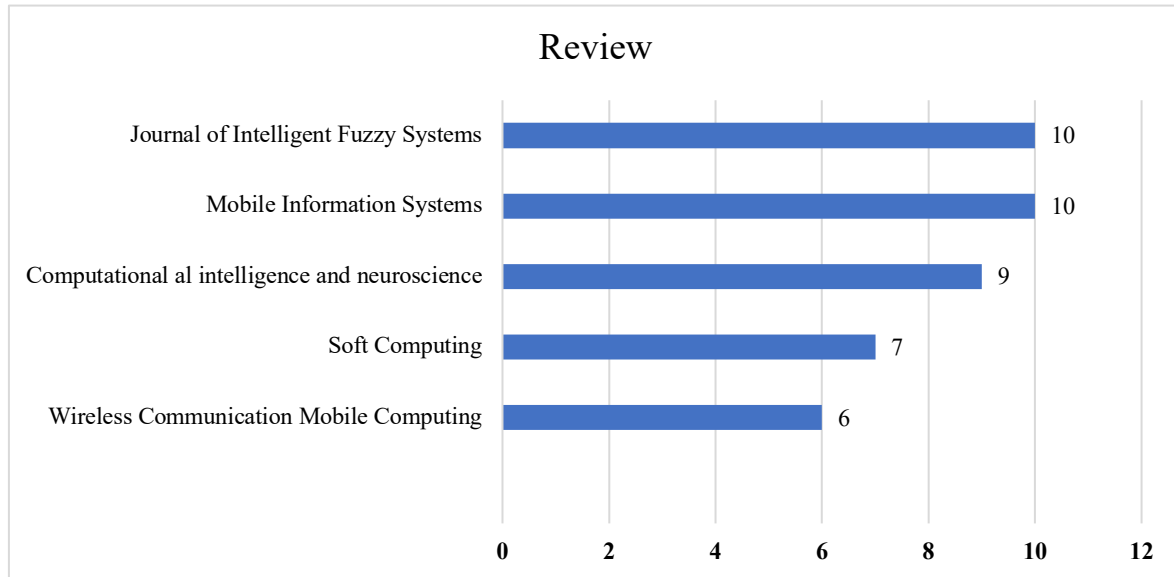


Fuente. Elaboración propia

2.5 Revistas científicas

En la Figura 3, se muestra un análisis descriptivo en relación con el número de documentos publicados en cada revista científica identificada. Se observa cómo existen dos revistas con 10 manuscritos publicados (Mobile Information System y Journal of Intelligent Fuzzy Systems). Además, las revistas mostradas engloban el 37% de los documentos publicados relacionados con el tópico de investigación. Este dato muestra la gran cantidad de revistas que han publicado estudios, debido a que existen 44 revistas que presentan únicamente 1 documento publicado.

Figura 3. Análisis descriptivo del número de documentos por revista científica



Fuente. Elaboración propia

2.6 Principales editoriales

En la Tabla 3, se muestra el Top 5 de las principales editoriales que realizan las publicaciones relacionadas con la IA y la EF. Además, se han identificado aquellas revistas que presentan el mayor número de documentos publicados dentro de cada una de las editoriales detalladas, y su factor de impacto dentro del Journal Citation Reports (JCR, 2022). De esta manera, se observa cómo la editorial que mayor número de documentos recoge es “Hindawi”, con un 16.66% del total de manuscritos relacionados con la IA y la EF. En cuanto al Factor de Impacto (FI), es la revista “Soft Computing” la que presenta el mayor FI ($n=4.1$), y le permite estar entre las principales revistas (Q2), de las revistas indexadas en la categoría de “Computer Science, Artificial Intelligence”.

Tabla 3. Documentos clasificados por Editoriales y Revistas

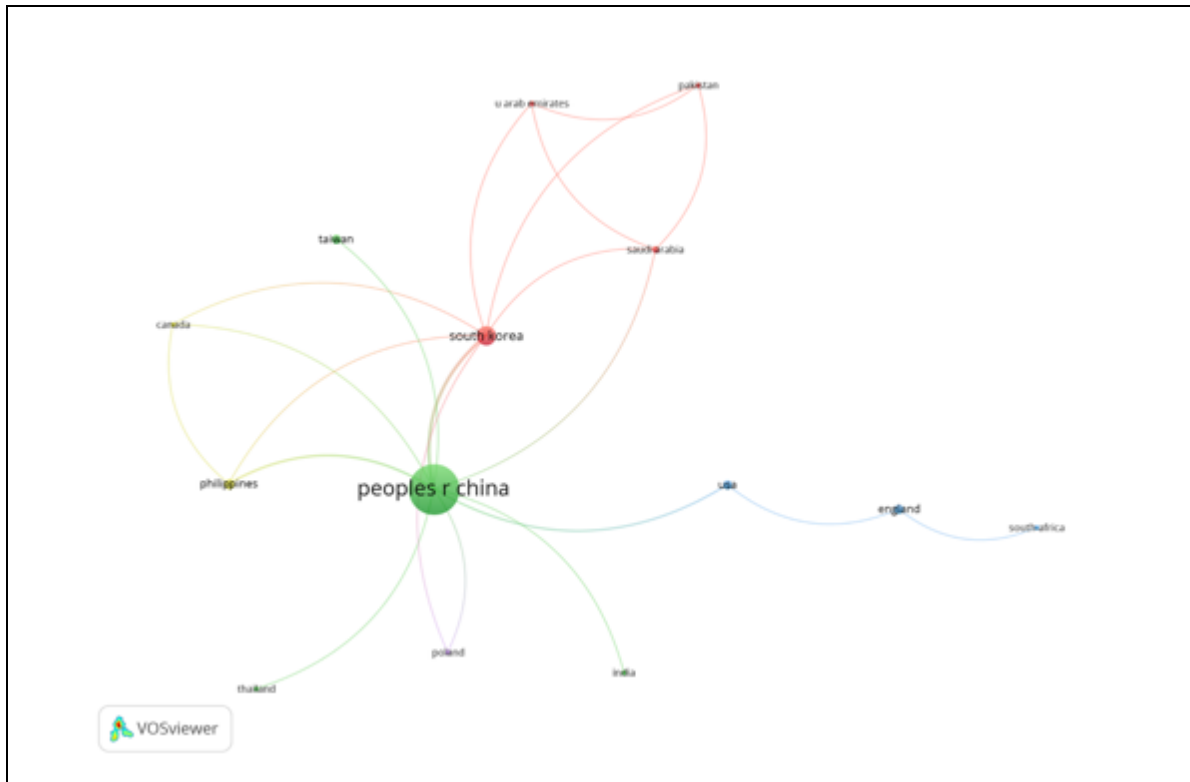
Editorial	Nº de documentos	%	Revista	Q	FI *
Hindawi Ltda.	18	16.66	Mobile Information Systems	3	1.89
Springer	11	10.18	Soft Computing	2	4.1
Ios Press	10	9.25	Journal of Intelligent and Fuzzy Systems	4	2.0
Frontiers Media SA	7	6.48	Frontiers in Psychology	1	3.8
Edusoft Publishing	6	5.55	Mobile Information Systems	4	2.3
Nº: Número; Q: Quartile; FI: Factor de Impacto TM Journal Citation Reports (2022;					

Fuente. Elaboración propia

2.7 Co-autoría de los trabajos (países)

Respecto a la Co-autoría de los trabajos, son 19 los países que han colaborado para la creación de los 118 documentos identificados. Tras el análisis exhaustivo de cada uno de ellos, se observa cómo China es el país con el mayor número de manuscritos realizados ($n=95$), así como el mayor número de citas recibidas ($n=399$). En segunda posición, se encuentra Corea del Sur con 14 documentos y 115 citas. Por tanto, se observa la gran diferencia tanto en el número de manuscritos como en las citas recibidas (Figura 4). El tamaño del nodo hace referencia al número de documentos publicados, y las líneas a la fuerza de interacción.

Figura 4. Interacciones entre los países (Análisis: fraccionamiento; atracción: 3; repulsión: -3).

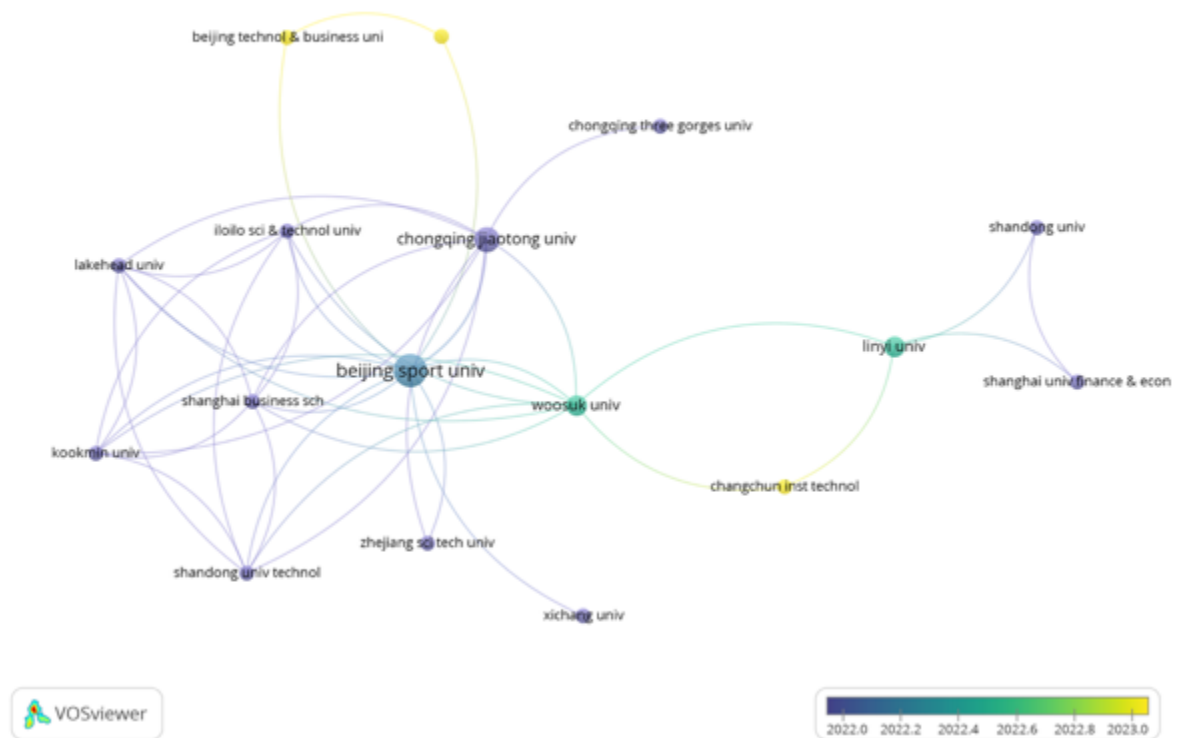


Fuente. Elaboración a partir de VOSViewer.

2.8 Co-autoría de los trabajos (organizaciones)

Se han identificado un total de 203 organizaciones que han contribuido a la elaboración de los trabajos seleccionados, de las cuales 4 instituciones presentan un mínimo de 3 documentos. Con la finalidad de obtener las relaciones existentes entre la totalidad de las organizaciones, se han incluido las 203 identificadas en el análisis de interacciones. La institución Beijing Sport University es la primera con el mayor número de documentos ($n= 5$). El tamaño del nodo hace referencia al número de manuscritos publicados y el color hace referencia a la periodicidad de publicación (Figura 5).

fraccionamiento; atracción: 3; repulsión: -3).

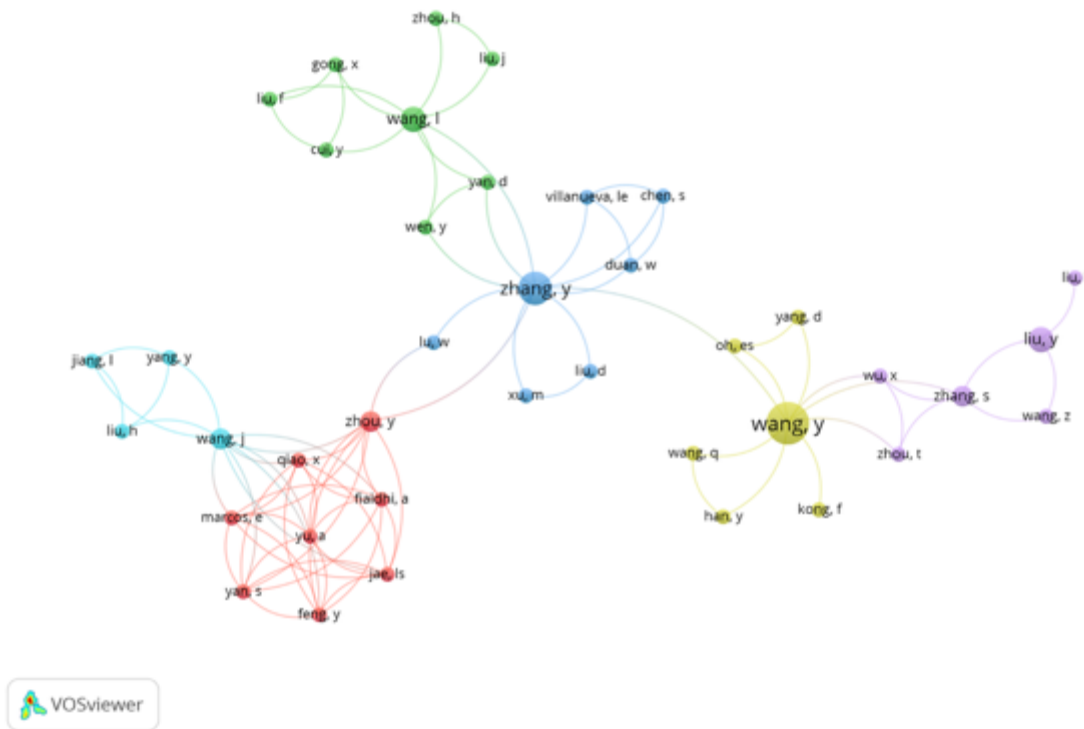


Fuente. Elaboración a partir de VOSViewer.

2.9 Co-autoría de los trabajos (autores)

Del total de autores identificados ($n=250$), se observa cómo únicamente 27 autores presentan un mínimo de 2 documentos, y 3 autores un mínimo de 4 manuscritos. Además, se ha obtenido una media de ~ 2 autores por documento. Asimismo, Wang, Y., y Zhang, Y. son los autores con mayor número de trabajos publicados, con 8 y 5, respectivamente (Figura 6). El tamaño del nodo hace referencia al número de documentos publicados.

Figura 6. Interacciones entre los autores (Análisis: fraccionamiento; atracción: 3; repulsión: -3).

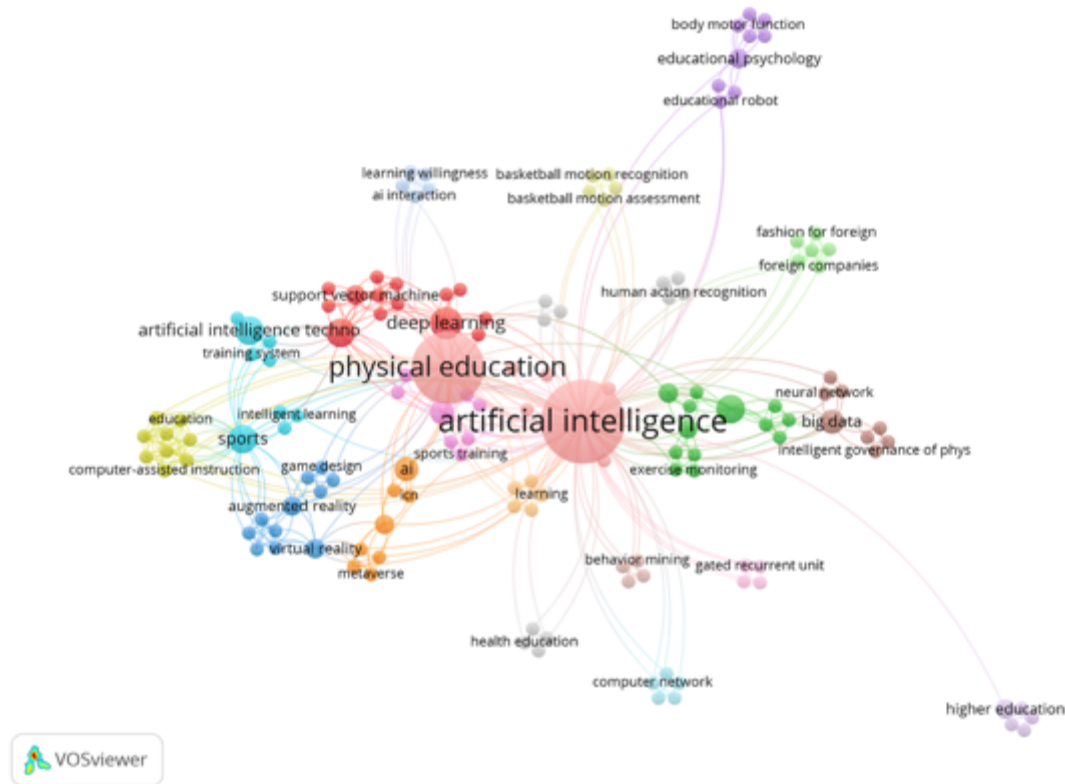


Fuente. Elaboración a partir de VOSViewer.

2.10 Palabras clave de los documentos

Tras la identificación de las Palabras clave ($n=267$), se observa la gran presencia de términos que únicamente tienen una ocurrencia de uno, puesto que únicamente 20 términos presentan una ocurrencia igual o superior a 2. Se han obtenido “Artificial Intelligence” y “Physical Education” como aquellos términos con mayor ocurrencia, con 34 y 25, respectivamente (Figura 7). El tamaño del nodo hace referencia a la ocurrencia que presenta dicho término en los diferentes estudios.

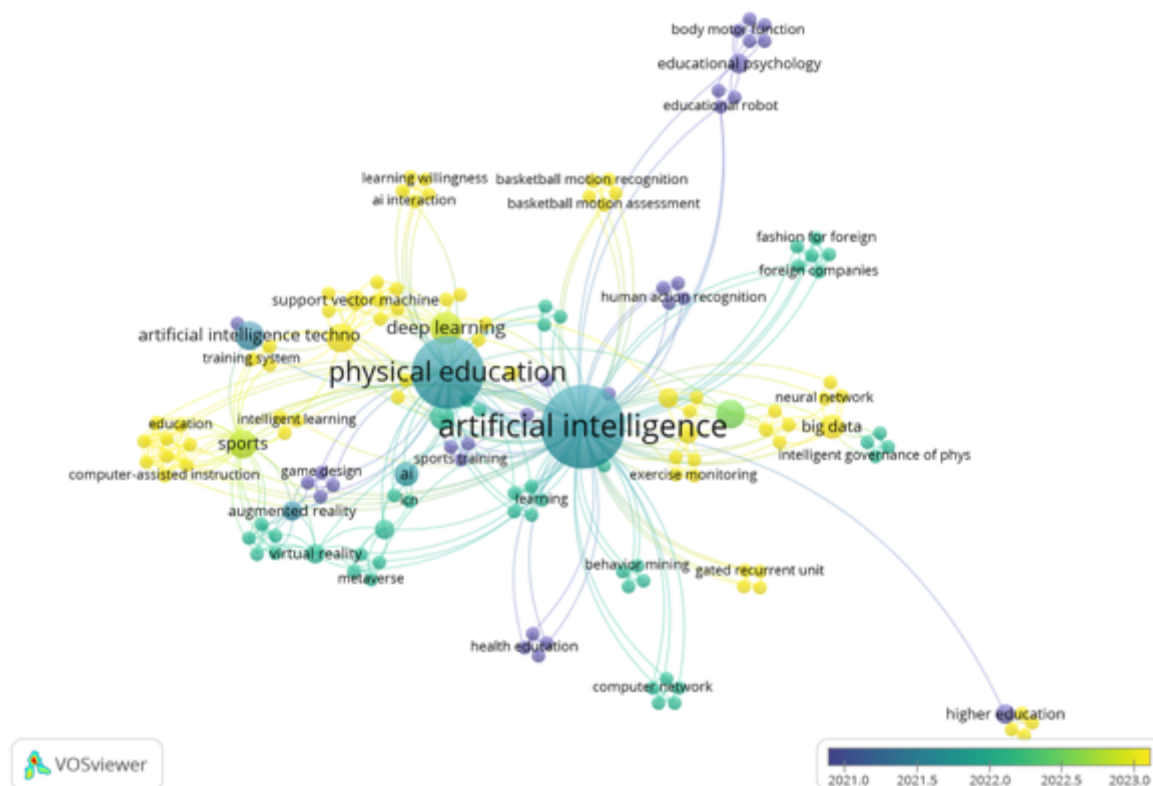
Figura 7. Ocurrencia de las palabras clave (Análisis: fuerza de asociación; atracción: 2; repulsión: -1).



Fuente. Elaboración a partir de VOSViewer

Tomando como referencia la frecuencia de publicación, se observa el cambio en el paradigma de los estudios, debido a que se centran más en el estudio del aprendizaje profundo, la predicción de logros o la práctica reflectiva mediante el uso de IA en la educación superior (Figura 8).

Figura 8. Ocurrencia de las palabras clave en función de la temporalidad (Análisis: fuerza de asociación; atracción: 2; repulsión: -1).



Fuente. Elaboración a partir de VOSViewer

3. Discusión

La presente investigación buscó facilitar una visión general del número de publicaciones de literatura científica relacionadas con la investigación de la IA y la EF. La búsqueda de documentos finalizó en junio de 2024 y consideró criterios bibliométricos de los manuscritos publicados hasta el 31 de diciembre de 2023. Los principales hallazgos fueron: (1) se han publicado 118 documentos relacionados con el estudio de la IA y la EF bajo la ecuación de búsqueda (“Artificial Intelligence” AND “Physical Education”); (2) el año con mayor productividad científica fue el 2022 con 48 documentos publicados; (3) las categorías de la WoS con mayor desarrollo son: “Computer Science Information Systems” (30 documentos =

25.42%), “Telecommunications” (23 documentos = 19.49%) y “Computer Science Artificial Intelligence” (22 documentos = 28.64%); (4) el manuscrito con el mayor número de citas es “Applying Artificial Intelligence in Physical Education and Future Perspectives” (Lee & Lee, 2021); (5) se identificó un índice H de 13; y (6) Journal of Intelligent Fuzzy Systems y Mobile Information System son las revistas que más documentos han publicado.

Además, (7) las cinco editoriales principales abarcan el 48.12% de la producción total, siendo Hindawi Ltda y Springer las dos principales; (8) existe una elevada producción científica de China y de algunos países del continente asiático; no obstante, hay poca producción científica de países suramericanos, de África y Oceanía. También, la producción de los países europeos moderada-baja; (9) Beijing Sport University es la primera institución con el mayor número de documentos ($n = 5$); (10) Wang, Y., y Zhang, Y., son los autores más prolíficos; (11) los cinco principales conceptos que se relacionan con el estudio de la IA y la EF son: “Deep learning”, “Internet of Things”, “Data Mining”, “Sports” y “Artificial Intelligence Technology”; y (12) para las palabras clave en función del tiempo, se establecen como nuevos conceptos los siguientes: “Vision Transformer”, “Reflective Practice”, “Physical Education and Training” y “Algorithm”. Por otro lado, el presente estudio bibliométrico muestra que, en los últimos años, especialmente a partir del año 2021, existe una importancia por la producción científica centrada en el estudio de la IA y su relación con la EF.

Estos hallazgos responden a la incorporación que ha tenido la IA en el sector educativo, principalmente entre 2010-2019, debido a los modelos de elaboración de perfiles de estudiantes y el análisis para conocer el aprendizaje individualizado (Guan et al., 2020). En este contexto, los docentes de EF desempeñan un papel fundamental en la incorporación y el uso pedagógico de las nuevas tecnologías en el aula (Area-Moreira et al., 2016; Admiraal et al., 2017; Espoz-Lazo et al., 2021). Por ello, el colectivo de profesionales de la educación constituye un agente decisivo en la integración y el aprovechamiento pedagógico de las tecnologías emergentes en los entornos de aprendizaje, actuando como mediador crítico entre la innovación tecnológica y su aplicación didáctica efectiva. Igualmente, con el presente análisis bibliométrico temporal basado en el estudio de diversas revistas, filiaciones

institucionales, editoriales y autores que producen conocimiento específico sobre la IA en la EF se denota la importancia de la presente investigación al explorar los principales paradigmas bajo los cuales se viene investigando esta temática, y con ello, posibilitar nuevas líneas de investigación, así como establecer relaciones institucionales y de coautoría en base a los grupos detectados.

De acuerdo con Guan et al. (2020), su revisión bibliométrica evidencia que los artículos con mayor número de citas se centraron predominantemente en la dimensión tecnológica, entendida como el conjunto de técnicas y herramientas orientadas a la resolución de problemas de naturaleza pedagógica. Entre las temáticas más destacadas se incluyen el papel de los agentes educativos en la mediación tecnológica (Chou et al., 2003; Espoz-Lazo et al., 2021) y el desarrollo de enfoques de aprendizaje personalizado (Chen, 2008). Estos planteamientos son coherentes con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se constató que los artículos con mayor número de citas también han focalizado su interés en el aprendizaje, particularmente en el diseño y desarrollo de sistemas de evaluación orientados a la enseñanza del atletismo. (Xu & Theodore, 2019), innovación tecnológica para favorecer los servicios de información en la EF universitaria (Zhang, 2021a) y sistemas de predicción y evaluación del rendimiento en estudiantes de EF universitaria (Zhang, 2021b).

Según los criterios bibliométricos establecidos en el presente estudio, se evidencia la relevancia de la IA como herramienta para la recolección masiva de datos relacionados con los procesos educativos desarrollados en el ámbito de la EF. Este planteamiento coincide con lo observado en el estudio de Sanabria Navarro et al. (2024), en el cual se determinó que la IA también cumple una función clave en el almacenamiento de información relevante para el análisis del movimiento, así como en el diseño de enfoques de evaluación innovadores que, en el pasado, resultaban inviables de desarrollar. Estos avances de la incorporación de la IA han permitido favorecer enfoques neuropedagógicos (Karasiévych et al., 2021) y diseños curriculares educativos inteligentes mediados por voz (Yang et al., 2021). Bajo esa misma premisa, el estudio de Song (2024) detalla la utilidad que tiene el diseño de un modelo de enseñanza deportiva orientado por redes complejas de alto orden para adaptar las necesidades

específicas del aprendizaje. En este sentido, la IA enfrenta múltiples desafíos para reconocer y adaptarse a las limitaciones inherentes a los distintos contextos educativos. Tal como señala Grassini (2023), la IA puede desempeñar un papel beneficioso al promover recursos de aprendizaje de carácter universal. También puede acentuar las desigualdades existentes en el acceso a la educación (Liu & Ding, 2022), especialmente en aquellos países con mayores niveles de disponibilidad de TICs, generando así un desequilibrio en las oportunidades formativas a escala global.

De esta manera, la educación de calidad se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la agenda de desarrollo sostenible propuesta por las Naciones Unidas (2030) (Haleem et al., 2022), y, además, consta de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas (Montero-Caro, 2021). Frente a ello, las tecnologías digitales son herramientas necesarias para la educación del futuro, porque buscan desarrollar la sostenibilidad como principio, así como una reducción de costos y un acceso masificado (Keenwe & Bhargava, 2014; Qureshi et al., 2021). Al analizar los artículos más citados que abordan la relación entre la IA y la EF, se observa una preocupación por promover procesos de E-A mediante estrategias que reconfiguren la educación de calidad, orientándola hacia una enseñanza abierta, creativa y que ofrezca al estudiante mayores oportunidades de aprendizaje.

En referencia a la producción de conocimiento vinculada con los países, llama la atención que solo se pudieron establecer 14 países, siendo el continente asiático el que mayor productividad genera, mientras que no existen países de Oceanía, Sudamérica y África. Esto abre la pregunta sobre si la EF viene avanzando al mismo ritmo que lo hace la tecnología, en concreto la IA (Goldin & Katz, 2008). Esto se debe a la preocupación existente en la actualidad; los estudios que analizan la EF desde la IA aportan elementos innovadores (Yang et al., 2020) y retos para los profesionales que se encargan de enseñar (McDiarmid & Zhao, 2023). Por ello, el rol de la EF sería estimular conversaciones sobre el reconocimiento del movimiento, la educación del cuerpo, la proximidad social y aprendizajes que permitan adaptarse a las particularidades del contexto (Zouto et al., 2020; Becerra Patiño et al., 2024b). Por consiguiente, la integración de la IA en el área de EF busca promover acciones y estrategias que permitan repensar la

relevancia de la importancia de la EF en la vida social de las personas (Xie et al., 2019). De esta manera, la incorporación de la IA en el área de EF representa una oportunidad significativa para personalizar el proceso de E-A, incentivar la creatividad y fortalecer la motivación de los estudiantes. También es fundamental que esta integración se haga de manera crítica y ética, asegurando que la tecnología complemente, y no reemplace, la interacción humana y la práctica física, puesto que son esenciales para el desarrollo integral de las personas.

Con respecto a las instituciones de mayor productividad, se resalta el interés académico que se viene realizando en China. No obstante, al analizar el mapa de nodos de las organizaciones, no aparecen instituciones de países importantes como Estados Unidos, Canadá, Japón y Australia, así como de otros países europeos. Estos hallazgos constituyen, en cierto sentido, una llamada de atención para la comunidad científica, instándola a profundizar en el estudio del impacto, los efectos y la influencia de la incorporación de la IA en el contexto educativo, con un énfasis particular en el área de la EF.

Por último, el análisis de las palabras clave evidencia diferencias sustanciales en comparación con tendencias previamente documentadas en la literatura científica. El estudio bibliométrico de Guan et al. (2020) muestra que, en el periodo 2000-2009, los conceptos más recurrentes en investigaciones sobre TIC en el ámbito educativo fueron: “Student/Students”, “Learning”, “System”, “Environment”, “Education/Educational”, “Virtual”, “Model”, “Tutoring”, “Design” y “Reality”. Durante el 2010-2019, aunque se mantuvo la relevancia de varios términos, se reorganizó su protagonismo, destacando: “Learning”, “Student”, “System”, “Reality”, “Virtual”, “Education”, “Environment”, “Teaching”, “Knowledge” y “Design”. En contraste, la evolución de los conceptos asociados específicamente a la IA y la EF presenta un cambio de foco temático. En 2021, los términos más representativos fueron “Auxiliary Teaching”, “Human Action Recognition”, “Deep Integration” y “Health Education”, mientras que en 2023 irrumpieron otros de carácter más técnico y aplicado, como “Sensors”, “Achievement Prediction”, “Empirical Studies”, “Vision Transformer” y “Higher Education”. Este desplazamiento conceptual sugiere que la incorporación progresiva de la IA en el ámbito

educativo no sigue un patrón uniforme entre disciplinas, sino que se adapta a las necesidades, metodologías y retos propios de cada área. En el caso de la EF, la presencia creciente de términos vinculados con tecnologías de reconocimiento, predicción y sensorización revela una orientación hacia la medición objetiva, la personalización del aprendizaje y la optimización del rendimiento. Así, lejos de replicar las tendencias generales de las TIC en educación, la IA en EF se configura como un campo emergente con dinámicas específicas que requieren ser investigadas de forma diferenciada.

Limitaciones

El presente estudio presenta varias limitaciones que se relacionan principalmente con la selección de una sola base de datos (WoS). Esto puede ser un problema, porque no permite abarcar todos los estudios que se han desarrollado y puede limitar las futuras líneas de investigación y la producción de conocimiento científico sobre aquellas temáticas no encontradas. Al mismo tiempo, otra limitación radica en la dificultad que se genera para evaluar la calidad metodológica de los documentos seleccionados para el presente análisis. Otra cuestión importante radica en entender los verdaderos alcances e impactos de los estudios seleccionados, por lo que su descripción a través de indicadores bibliométricos podría no aportar la trascendencia pedagógica, cultural, social, económica y hasta psicológica que aporta la IA a la EF.

Futuras líneas de investigación

Es necesario considerar que la investigación de la IA en el área de EF es transdisciplinaria. Por ello, cualquier avance que se produzca debería reflejarse en la cotidianidad del acto pedagógico, permitiendo que los desarrollos (sin importar el área de conocimiento que los genere) integren aportes de distintas disciplinas para impulsar cambios de paradigma en la investigación. Esta visión abre la puerta a que futuros estudios aborden las problemáticas de la EF desde múltiples perspectivas, fortaleciendo tanto la comprensión del fenómeno como el impacto real de sus aplicaciones en contextos educativos.

Además, evaluar la satisfacción del alumnado y de los docentes al introducir la IA en el área de EF podría permitir conocer cuál es el grado de su contribución en el proceso de E-A. Por tanto, esta incorporación de la IA en estudios del área de EF debería enfocarse en variables como la motivación, atención y concentración, toma de decisión, diversión, etc., así como de otros procesos sociales que se generan cuando los niños, adolescentes y adultos se mueven. También sería importante determinar el grado de participación y eficacia del aprendizaje del alumnado cuando es mediado por la IA, y, a su vez, qué influencia tiene al emplear la IA con la historia, el realismo, la interacción y el uso del feedback continuo.

Conclusiones

La implementación de la IA en el área de EF está constituyéndose como una herramienta útil, novedosa, creativa y valiosa para favorecer los procesos de E-A más interactivos. Asimismo, los avances tecnológicos soportados en la IA han permitido estudiar campos inexplorados relacionados con el impacto de las metodologías de la inteligencia en los procesos de E-A.

El impacto de los artículos evaluados, medido por el número de citas recibidas, fue bajo. No obstante, la coautoría entre investigadores y grupos de investigación en este campo es común, lo que indica una colaboración activa.

También, las evidencias científicas halladas en el presente trabajo confirman la relevancia de incorporar la IA en el ámbito educativo y, de manera específica, en la EF, debido a que facilita procesos relacionados con la E-A mediante estrategias capaces de reconfigurar la educación de calidad como una propuesta abierta, creativa y con oportunidades para que el estudiante aprenda en interacción con su propio entorno. Por consiguiente, es necesario que los docentes sean conscientes de la importancia de incluir herramientas didácticas y un entorno pedagógico inteligente para llevar a cabo una educación eficaz e innovadora.

Referencias

Admiraal, W., Louws, M., Lockhorst, D., Paas, T., Buynsters, M., Cviko, A., Janssen, C., De Jonge, M., Nouwens, S., Post, L., Van der Ven, F., & Kester, L. (2017). Teachers in school-based technology innovations: a typology of their beliefs on teaching and technology. *Computers & Education*, 114, 57-68.

Alarte-Hernández, Á., & Arias-Estero, J.L. (2021). Experiencia práctica empleando la gamificación y los TICs en la clase de educación física en educación secundaria. *Athlos: Revista Internacional de Ciencias Sociales de la Actividad Física, el Juego y el Deporte*, (24), 34-62.

Area-Moreira, M., Hernández-Rivero, V.M., & Sosa-Alonso, J.J. (2016). Modelos de integración didáctica de las TIC en el aula. *Comunicar: Revista Científica Educomunicación*, (47), 79-87. <http://dx.doi.org/10.3916/C47-2016-08>

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>

Ato, M., López-García, J.J., & Benavente, A. (2013). A classification system for research designs in psychology. *Annals of Psychology*, 29(3), 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>

Barrué-García, J., & Lizandra, J. (2025). Incorporación del proyecto tecnológico TIC-TAB en la asignatura de Educación Física: una aproximación etnográfica. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 439(2), 19-32. <https://doi.org/10.55166/reefd.v439i2.4444>

Becerra-Patiño, B.A., Cortés Durán, A.C., & Romero Aguilar, L.A. (2024a). Relationships between learning strategies, motivation and the personal context of Colombian university students: a case study of the bachelor's degree in Sports. *Retos*, 52, 374-383. <https://doi.org/10.47197/retos.v52.101806>

Becerra-Patiño, B.A., Palomino Ramírez, F.J., & Reina Prieto, J. (2024b). Importance of learning to learn competence in Colombian university students based on multivariate analysis: challenges, opportunities, and challenges for education. *Retos*, 55, 613-623. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.103860>

Billota, E., Bertacchini, F., Gabriele, L., Giglio, S., Pantano, P.S., & Romita, T. (2021). Industry 4.0 technologies in tourism education: Nurturing students to think with technology. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 29, 100275. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2020.100275>

Campos-Gutiérrez, L.M., Sellés-Pérez, S., García-Jaén, M., & Ferriz-Valero, A. (2021). Aula invertida en educación física: Aprendizaje, motivación y tiempo de práctica motriz. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 21(81), 63-81. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2021.81.005>

Calabuig-Moreno, F., González-Serrano, M.H., Fombona, J., & García-Tascón, M. (2020). The emergence of technology in physical education: a general bibliometric analysis with a focus on virtual and augmented reality. *Sustainability*, 12(7), 2728. <https://doi.org/10.3390/su12072728>

Chang, K.E., Zhang, J., Huang, Y., Liu, T., & Sung, Y. (2020). Applying augmented reality in physical education on motor skills learning. *Interactive Learning Environments*, 28, 685–697. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636073>

Chen, C.M. (2008). Intelligent web-based learning system with personalized learning path guidance. *Computer & Education*, 51(2), 787-814. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.08.004>

Chou, C.Y., Chan, T.W., & Lin, C.J. (2003). Redefining the learning companion: the past, present, and future of educational agents. *Computer & Education*, 40(3), 255-269. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00130-6](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00130-6)

Coile, R.C. (1977). Lotka's frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the American Society for Information Science*, 28(6), 366-370. <https://doi.org/10.1002/asi.4630280610>

Dandy, K., & Bendersky, K. (2014). Student and faculty beliefs about learning in higher education: implications for teaching. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 26(3), 358–380.

Denche-Zamorano, A., Escudero-Tena, A., Pereira-Payo, D., Adsuar, J.C., & Muñoz, D. (2023). Scientific mapping of the state-of-the-art in padel. A bibliometric analysis. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 1-11. <https://doi.org/10.1177/17479541231161993>

Dobrov, G.M., Randolph, R.H., & Rauch, W.D. (1979). New options for team research via international computer networks. *Scientometrics*, 1, 387-404. <https://doi.org/10.1007/BF02016658>

Dravet, F., Pasquier, F., Collado, J., & Castro, G. (2020). *Transdisciplinaridad y Educación Del Futuro: Cátedra UNESCO de Juventud, Educación y Sociedad*. Universidad Católica de Brasilia. Brasilia: Brazil.

Durán-Vinagre, M.Á. (2025). La integración de las TIC en secundaria: Perspectivas del profesorado sobre sus desafíos. *Know and Share Psychology*, 6(2), 54-64.

Espejo-García, R., Infantes Rojas, B., Moya Medina, M., & Morente-Oria, H. (2022). ICT as didactic tools for physical education teachers in formal education through Flipped Classroom Model. *SPORT TK: EuroAmerican Journal of Sport Sciences*, 11(7), 1-18. <https://doi.org/10.6018/sportk.467971>

Espoz-Lazo, S., Jiménez-Rodríguez, J., Álvarez-Arangua, S., Arcila-Arango, J.C., Farías Valenzuela, C., & Valdivia-Moral, P. (2021). Las TICs y la Educación Física en la Educación Primaria: Una revisión sistemática (2016 -2021). *Journal of Sport and Health Research*, 13(Supl 1), 33-50.

Fernández-Batanero, J.M., Montenegro Rueda, M., Fernández Cerero, J., & Tadeu, P. (2021). Impact of ICT on students with disability in the field physical education: a systematic review. *Retos*, 39, 849-856.

Fernández-Espínola, C., & Ladrón-de-Guevara Moreno, L. (2016). El uso de las TIC en la Educación Física actual. *e-Motion: Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, (5), 17-30. <https://doi.org/10.33776/remo.v0i5.2740>

Gamonales, J.M., Muñoz-Jiménez, J., León, K., & Ibáñez, S.J. (2018). 5-a-side football for individuals with visual impairments: A review of the literature. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 11(1), 1-18. <https://doi.org/10.5507/euj.2018.004>

Gamonales, J.M., Hernández-Beltrán, V., Oceto Calvo, C., Franco Álvarez, E., & Mendoza Laíz, N. (2023). Evolución de los manuscritos relacionados con el deporte para personas con discapacidad intelectual. Revisión bibliométrica. *Revista de Educación Inclusiva*, 16(1), 104-118.

García-Pérez, A., Ramírez-Arrabal, V., Rojas-Cepero, I., & Caracuel-Cáliz, R.F. (2024). Primary school students promoting health through research in the area of physical education. *Retos*, 55, 327-338. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.101545>

Gazali, N., Alficandra Perdima, F.E., Makorohim, M.F., Rahmadani, A., & Bangun, S.Y. (2023). Curriculum and Physical Education: Bibliometric analysis using the Scopus database. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(3), 84-93. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.03.10>

Goldin, C., & Katz, L.F. (2008). *The Race Between Education and Technology*. Belknap Press for Harvard University Press.

Grassini S. (2023). Shaping the future of education: Exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings. *Education Sciences*, 13(7), 692. <https://doi.org/10.3390/educsci13070692>

Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4), 134-147. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>

Gudanescu, S. (2010). New Educational technologies. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5646-5649. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.922>

Gutiérrez-Hellín, J., Del Coso, J., Espada, M.C., Hernández-Beltrán, V., Ferreira, C.C., Varillas-Delgado, D., Mendoza Láiz, N., Roberts, J.D., & Gamonales, J.M. (2023). Research trends in the effect of caffeine intake on fat oxidation: A bibliometric and visual analysis. *Nutrients*, 15(20), 4320. <https://doi.org/10.3390/nu15204320>

Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M.A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275-285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>

Hernaiz-Agreda, N., Soto-González, M.D., & Rodríguez-López, R. (2024). Development of transdisciplinary and complex learning in inclusive educational practices. *Education Sciences*, 14(3), 222. <https://doi.org/10.3390/educsci14030222>

Hernández-Beltrán, V., Espada, M.C., de Campos, L.F.C.C., Becerra-Patiño, B.A., & Gamonales, J.M. (2024). Analysis of the publications related to sports performance in wheelchair basketball: bibliometric review. *Retos*, 61, 344-355. <https://doi.org/10.47197/retos.v61.105959>

Hernández-Beltrán, V., Espada, M.C., Santos, F.J., Ferreira, C.C., & Gamonales, J.M. (2023). Documents publication evolution (1990–2022) related to physical activity and healthy habits, a bibliometric review. *Healthcare*, 11(12), 1669. <https://doi.org/10.3390/healthcare11121669>

Herrera, J., & de las Heras-Rosas, C. (2020). Corporate social responsibility and human resource management: Towards sustainable business organizations. *Sustainability*, 12(3), 841. <https://doi.org/10.3390/su12030841>

Hirsch, J.E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(46), 16569-16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>

Huang, X., Huang, X., & Wang, X. (2021). Construction of the teaching quality monitoring system of physical education courses in colleges and universities based on the construction of smart campus with artificial intelligence. *Mathematical Problems in Engineering*, 1, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2021/9907531>

Jiang, Y.L., Xu, C.F., Yao, Y., & Zhao, K.Q. (2004). Systems information in set pair analysis and its applications. *International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, 1717-1722. <https://doi.org/10.1109/ICMLC.2004.1382052>

Karasievykh, S., Maksymchuk, B., Kuzmenko, V., Slyusarenko, N., Romanyshyna, O., Syvokhop, E., Kolomiitseva, O., Romanishyna, L., Marionda, I., Vykhreshch, V., Oliinyk, M., Kovalchuk, A., Halaidiuk, M., & Maksymchuk, I. (2021). Training future physical education teachers for physical and sports activities: Neuropedagogical Approach. *BRAIN: Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 12(4), 543-564. <https://doi.org/10.18662/brain/12.4/264>

Keengwe, J., & Bhargava, M. (2014). Mobile learning and integration of mobile technologies in education. *Education and Information Technology*, 19(4), 737-746. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9250-3>

Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2019). Education for sustainable development: A systemic framework for connecting the SDGs to educational outcomes. *Sustainability*, 11(21), 6104. <https://doi.org/10.3390/su11216104>

Kyza, E.A., & Georgiou, Y. (2018). Scaffolding augmented reality inquiry learning: the design and investigation of the trace readers location-based, augmented reality platform. *Interactive Learning Environments*, 27, 211-225. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1458039>

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>

Liang, L., Zhang, Z., & Guo, J. (2023). The effectiveness of augmented reality in physical sustainable education on learning behaviour and motivation. *Sustainability*, 15(6), 5062. <https://doi.org/10.3390/su15065062>

Liu, Y. (2021). An artificial intelligence and machine vision-based evaluation of physical education teaching. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(1), 3559-3569. <https://doi.org/10.3233/JIFS-189392>

Liu, G.Z. (2008). Innovating research topics in learning technology: where are the new blue oceans. *British Journal of Educational Technology*, 39(4), 738-747. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00851.x>

Liu, Q., & Ding, H. (2022). Application of table tennis ball trajectory and rotation-oriented prediction algorithm using artificial intelligence. *Frontiers in Neurorobotics*, 16, 820028. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2022.820028>.

Mandelid, M.B. (2023). Approaching physically active learning as a multi, inter, and transdisciplinary research field. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1228340. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1228340>

McDiarmid, G.W., & Zhao, Y. (2023). Time to rethink: educating for a technology transformed world. *ECNU Review of Education*, 6(2), 189-214. <https://doi.org/10.1177/20965311221076493>

Montero, I., & León, O.G. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7(3), 847-862.

Montero-Caro, M.D. (2021). Educación, Gobierno Abierto y progreso: los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el ámbito educativo. Una visión crítica de la LOMLOE. *Revista de Educación y Derecho*, (23), 1-26. <https://doi.org/10.1344/REYD2021.23.34443>

Mora Rodríguez, R. (2013). Implementation process of technology in education: the case of blackboard 9.1 in the University of Manchester. *Actualidades Investigativas en Educación*, 13(3), 150-167.

Naranjo Harnisth, J. N. (2024). Uso de aplicaciones tecnológicas en las clases de Educación Física. *Revista Académica Internacional de Educación Física*, 4(4), 38-65.

Perdima, F.E., Suwarni, S., & Gazali, N. (2022). Educational technology in physical education learning: A bibliometric analysis using Scopus database. *SPORT TK: Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 11(2), 1-16. <https://doi.org/10.6018/sportk.517091>

Pires, F., Masanet, M.J., Tomasena, J.M., & Scolari, C.A. (2022). Learning with YouTube: beyond formal and informal through new actors, strategies and affordances. *Convergence*:

The International Journal of Research into New Media Technologies 28(3), 838-853.
<https://doi.org/10.1177/1354856521102054>

Price, D.D.S. (1976). A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes. *Journal of the American Society for Information Science*, 27(5), 292-306.
<https://doi.org/10.1002/asi.4630270505>

Qureshi, M.I., Khan, N., Raza, H., & Fadillah, A.I. (2021). Digital technologies in education 4.0. Does it enhance the effectiveness of learning? *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(4), 31-37. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i04.20291>

Ravé, J.M., & Prieto, J.A. (2003). Potential challenges in physical education through the knowledge of artificial neural networks. *Journal of Human Movement Studies*, 45(1), 81-96.

Ravyse, W.S., Seugnet Blignaut, A., Leendertz, V., & Woolner, A. (2017). Success factors for serious games to enhance learning: a systematic review. *Virtual Reality*, 21(1), 31-58.
<https://doi.org/10.1007/s10055-016-0298-4>

Sanabria Navarro, J.R., Niebles Núñez, W.A., & Silveira Pérez, Y. (2024). Bibliometric analysis of artificial intelligence in sport. *Retos*, 54, 312-319.
<https://doi.org/10.47197/retos.v54.103531>

Selwyn, N., & Facer, K. (2014). The sociology of education and digital technology: Past, present and future. *Oxford Review of Education*, 40(4), 482-496.
<https://doi.org/10.1080/03054985.2014.933005>

Sinakou, E., Donche, V., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Designing powerful learning environments in education for sustainable development: a conceptual framework. *Sustainability*, 11(21), 5994. <https://doi.org/10.3390/su11215994>

Song, X. (2024). Physical education teaching mode assisted by artificial intelligence assistant under the guidance of high-order complex network. *Scientific Reports*, 14(1), 4104.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-53964-7>.

Sospedra Harding, A.I., Escamilla Fajardo, P., & Aguado Berenguer, S. (2021). Information and communication technologies in physical education: bibliometric analysis. *Retos*, 42, 89-99. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.87761>

Sousa, J.L., Hernández-Beltrán, V., Louro, H., & Gamonales, J.M. (2024). Evolution of the documents related to the study of taekwondo sports performance: a bibliometric review. *Retos*, 60, 539-551. <https://doi.org/10.47197/retos.v60.105867>

Talero-Jaramillo, E.A., Chaverra-Fernández, B.E., & Gaviria-Cortés, D.F. (2024). Tecnologías de la Información y la Comunicación en la clase de Educación Física, una revisión sistemática narrativa (2006-2022). *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 50(2), 403-415. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07052024000200403>

Uribe-Toril, J., Ruiz-Real, J., Haba-Osca, J., & de Pablo Valenciano, J. (2019). Forests' First Decade: A Bibliometric Analysis Overview. *Forests*, 10(1), 72. <https://doi.org/10.3390/f10010072>

Valderrama-Zurián, J.C., García-Zorita, C., Marugán-Lázaro, S., & Sanz-Casado, E. (2021). Comparison of MeSH terms and key words plus terms for more accurate classification in medical research fields. A case study in cannabis research. *Information Processing & Management*, 58(5), 102658. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102658>

Vega-Muñoz, A., Salazar-Sepúlveda, G., Contreras-Barraza, N., & Araya-Silva, L. (2022). Scientific mapping of coastal governance: Global Benchmarks and Trends. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(6), 751. <https://doi.org/10.3390/jmse10060751>

Vélez-Cardona, W., Durán-Landazábal, G.M., & López-Correa, A.Y. (2018). ¿Qué hace que una investigación deba ser considerada transdisciplinaria? *Praxis*, 14, 243-252.

Wang, Y. (2021). Physical education teaching in colleges and universities assisted by virtual reality technology based on artificial intelligence. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2021/5582716>.

Winchester I. (2006). Large context problems and their applications to education: some contemporary examples. *Interchange*, 37(1), 7-17. <https://doi.org/10.1007/s10780-006-8397-x>.

Xie, H., Chu, H., Hwang, J., & Wang, C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 103599. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103599>

Xu, D., & Rappaport, T.S. (2019). Construction on teaching evaluation index system of track and field general course for physical education major in light of wireless network technology. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 37(3), 3435-3443. <https://doi.org/10.3233/JIFS-179147>

Yang, D., Oh, E.-S., & Wang, Y. (2020). Hybrid physical education teaching and curriculum design based on a voice interactive artificial intelligence educational robot. *Sustainability*, 12(19), 8000. <https://doi.org/10.3390/su12198000>

Yang, J., Tang, L., & Li, X.W. (2021) Research on face recognition sports intelligence training platform based on artificial intelligence. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 30(6), 2140015. <https://doi.org/10.1142/S0218213021400157>

Zhang, J. (2021a). Reform and innovation of artificial intelligence technology for information service in university physical education. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 3325–3335. <https://doi.org/10.3233/JIFS-189372>

Zhang, Y. (2021b). An AI Based Design of Student Performance Prediction and Evaluation System in College Physical Education. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 3271-3279. <https://doi.org/10.3233/JIFS-189367>

Zoutou, M., Tambouris, E., & Tarabani, K. (2020). Data-driven problem based learning: Enhancing problem based learning with learning analytics. *Educational Technology Research and Development*, 68, 3393-3424. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09828-8>