



Tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación: tendencias investigativas (2015-2025)

Digital technologies applied to the detection of learning problems in sports and recreation contexts: research trends (2015-2025)

Autores

José Israel López Pumalema ¹

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena (Ecuador)

Autor de correspondencia:
José Israel López Pumalema
jlopez8181@upse.edu.ec

Recibido: 04-09-25

Aceptado: 29-09-25

Cómo citar en APA

López Pumalema, J. I. (2025). Tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación: tendencias investigativas (2015-2025). *Retos*, 72, 1105-1114. <https://doi.org/10.47197/retos.v72.117530>

Resumen

Introducción: la detección inicial de dificultades en el aprendizaje vinculadas al desempeño motor en escenarios deportivos, recreativos y escolares continúa siendo un eje de atención para investigadores y profesionales de la educación.

Objetivo: analizar las tendencias investigativas sobre el uso de tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación durante el periodo 2015-2025, a partir de una revisión bibliométrica y sistemática de la literatura científica. **Metodología:** se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo-descriptivo, orientado al análisis bibliométrico y sistemático de la producción científica relacionada con el uso de tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación durante el periodo 2015-2025.

Resultados: el análisis de la literatura científica publicada en el periodo 2015-2025 permite evidenciar una tendencia creciente en el estudio de las tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación.

Discusión: los hallazgos son consistentes con la tendencia global que se observa en la literatura, en donde múltiples estudios convergen en la necesidad de integrar la innovación tecnológica con procesos pedagógicos y de salud.

Conclusiones: las investigaciones realizadas entre 2015 y 2025 mostraron un aumento notable en el uso de tecnologías digitales para detectar problemas de aprendizaje en el ámbito deportivo y recreativo, destacando la aplicación de inteligencia artificial, visión por computadora y sensores portátiles en la estimación de poses, el análisis biomecánico y la evaluación de habilidades motoras.

Palabras clave

Inteligencia artificial; problemas de aprendizaje; habilidades motoras; tecnologías digitales; visión por computadora.

Abstract

Introduction: The early detection of learning difficulties related to motor performance in sports, recreational, and school settings continues to be a key area of focus for researchers and education professionals.

Objective: To analyze research trends on the use of digital technologies applied to the detection of learning problems in sports and recreation contexts during the period 2015-2025, based on a bibliometric and systematic review of the scientific literature.

Methodology: Conducted under a quantitative-descriptive approach, oriented toward the bibliometric and systematic analysis of scientific production related to the use of digital technologies applied to the detection of learning problems in sports and recreation contexts during the period 2015-2025.

Results: The analysis of scientific literature published between 2015 and 2025 reveals a growing trend in the study of digital technologies applied to the detection of learning problems in sports and recreation contexts.

Discussion: The findings are consistent with the global trend observed in the literature, where multiple studies converge on the need to integrate technological innovation with pedagogical and health processes.

Conclusions: Research conducted between 2015 and 2025 showed a significant increase in the use of digital technologies to detect learning problems in sports and recreational settings, highlighting the application of artificial intelligence, computer vision, and wearable sensors in pose estimation, biomechanical analysis, and motor skills assessment.

Keywords

Artificial intelligence; computer vision; digital technologies; learning problems; motor skills.

Introducción

La detección temprana de problemas de aprendizaje vinculados a la competencia motora en contextos de deporte, recreación y educación física constituye un interés persistente para investigadores y profesionales educativos (Bucheli, 2022; Marín et al., 2025). En la práctica escolar y deportiva, la identificación oportuna de rezagos en habilidades motrices fundamentales (p. ej., equilibrio, locomoción, coordinación y patrones de lanzamiento) depende tradicionalmente de evaluaciones manuales estandarizadas que demandan tiempo, formación especializada del evaluador y, con frecuencia, presentan variabilidad interevaluador que limita su aplicabilidad masiva (Bossavit & Arnedillo, 2022; Ressman et al., 2020). Esta situación resulta especialmente problemática en contextos con limitaciones de recursos humanos y materiales, donde la detección tardía de dificultades motoras puede traducirse en pérdida de oportunidades de intervención temprana, afectando el desarrollo académico, social y de salud de la población escolar (Kristoffersson & Lindén, 2022; Zhagn & Yoon, 2025).

En los últimos diez años, el avance y la masificación de tecnologías digitales (entre ellas la visión por computador (video 2D/3D y estimación de pose), cámaras depth (p. ej., Azure Kinect), sensores inerciales (IMU) y plataformas basadas en aprendizaje automático) proponen soluciones técnicas para objetivar, automatizar y escalar procesos de cribado y evaluación motora. En este contexto, se entiende por tecnologías digitales para la evaluación del aprendizaje en deportes a un conjunto de herramientas y sistemas basados en dispositivos electrónicos, sensores y software de procesamiento de datos que permiten registrar, analizar e interpretar de manera objetiva indicadores del desempeño motor y cognitivo en actividades físicas. Dichas tecnologías integran metodologías computacionales y pedagógicas con el fin de facilitar diagnósticos tempranos, retroalimentación en tiempo real y toma de decisiones fundamentadas en evidencias (Kristoffersson & Lindén, 2022; Wang & Wang, 2024). Trabajos empíricos demuestran que sistemas marcador-less basados en vídeo permiten clasificar habilidades locomotoras infantiles y detectar patrones de ejecución atípicos con niveles de exactitud que resultan prometedores para su uso en entornos escolares (Bastola & Fenta, 2025; Chow et al., 2020; Fermin et al., 2020; Osmanoglu et al., 2025). Estudios complementarios muestran que sistemas basados en Kinect u otras cámaras depth ofrecen métricas funcionales y permiten evaluar tareas como el squat unilateral o pruebas de flexibilidad con grados de fiabilidad aceptables frente a medidas manuales (Alzharani & Ullah, 2024; Huhn et al., 2022). Estas aportaciones evidencian la posibilidad de trasladar a la práctica docente herramientas tecnológicas que disminuyen el sesgo del evaluador y permiten retroalimentación en tiempo real (Wang & Wang, 2024; Venek et al., 2022).

A pesar de estos avances, las revisiones y estudios de síntesis alertan acerca de limitantes críticas que aún impiden una adopción sistemática y homogénea. En primer lugar, la validez externa y la estandarización de métricas entre plataformas son insuficientes: distintos algoritmos de estimación de pose y diferentes configuraciones de sensores ofertan resultados no siempre comparables, lo cual condiciona la interpretación clínica y pedagógica de los datos (Venek et al., 2022; Bossavit & Arnedillo, 2023). En segundo lugar, existe un déficit de estudios longitudinales y de grandes muestras escolares que evalúen sensibilidad y especificidad de los algoritmos para discriminar verdaderos problemas de aprendizaje motor frente a variabilidad normal del desarrollo (Kristoffersson & Lindén, 2022). En tercer lugar, aspectos prácticos como la accesibilidad económica de dispositivos, la formación docente para interpretar datos digitales, la protección de datos y la equidad en su despliegue plantean barreras sociotécnicas que requieren ser abordadas en la investigación aplicada (Canali et al., 2022; Xu, 2025).

Teóricamente, la investigación se apoya en modelos del desarrollo motor y en marcos de evaluación educativa que conciben la competencia motora como resultado de la interacción entre el individuo, la tarea y el entorno (sistemas dinámicos). Desde esta perspectiva, la medición objetiva de parámetros cinemáticos y de calidad de movimiento provee indicadores observables que se correlacionan con etapas de desarrollo y con dificultades específicas (Chow et al., 2020; Venek et al., 2022). La integración de técnicas de aprendizaje automático permite, además, identificar patrones multivariados de desempeño que escapan a la observación humana y que constituyen firmas digitales de riesgo o rezago (Tharatipyakul et al., 2024).

La revisión de literatura reciente presenta contribuciones relevantes que sirven de marco y comparación para la presente investigación, en donde Chow et al. (2020) aportan evidencia sobre sistemas de

clasificación basada en video y aplicaciones de captura de movimiento que reconocen tareas locomotoras en infancia, demostrando la factibilidad técnica del reconocimiento automático de patrones motores en condiciones escolares. Tharatipyakul et al. (2024) y Chen et al. (2024) ofrecen datos empíricos sobre la fiabilidad de soluciones Kinect y software asociado en la evaluación funcional, lo que respalda la elección de tecnologías sin marcadores para tareas de cribado. Las síntesis de Venek et al. (2022) y Bossavit y Arnedillo (2023) mapean el estado del arte y subrayan tanto las potencialidades como las limitaciones metodológicas y éticas de la adopción de tecnologías basadas en movimiento para el tamizaje motor. Complementariamente, aportes sobre wearables y sensores inerciales (Kristoffersson & Lindén, 2022; Canali et al., 2022) amplían el horizonte tecnológico hacia dispositivos portables que permiten monitorización continua y mediciones in-situ, lo que resulta pertinente para evaluar actividad física y detectar patrones de inactividad o asimetrías motoras asociadas a dificultades de aprendizaje.

Las limitaciones identificadas en la literatura orientan tanto la pregunta de investigación como las decisiones metodológicas: la heterogeneidad de protocolos, la ausencia de umbrales validados para clasificación de riesgo, la necesidad de calibración en muestras locales y la consideración de factores sociodemográficos y contextuales exigen un diseño que priorice la validación cruzada, la inclusión de criterios clínico-pedagógicos y la evaluación de la aceptabilidad por parte de docentes. Asimismo, la investigación reconoce limitaciones prácticas como la disponibilidad de equipos en contextos con escasos recursos, la variabilidad lumínica y espacial de los entornos escolares, y las restricciones éticas vinculadas al procesamiento de imagen en menores; por ello se implementan estrategias de mitigación (protocolos estandarizados de captura, anonimización de datos y formación docente previa) que buscan aumentar la replicabilidad y reducir sesgos (Bossavit & Arnedillo, 2023; Canali et al., 2022).

La justificación de este estudio se funda en la necesidad académica y social de desarrollar y validar herramientas digitales que permitan la detección temprana, objetiva y escalable de problemas de aprendizaje motor en contextos de deporte y recreación. Una detección oportuna favorece la planificación de intervenciones pedagógicas personalizadas, la derivación a servicios de apoyo y la prevención de trayectorias de abandono o de bajo rendimiento físico-motriz que impactan la salud y la inclusión social. Además, la investigación contribuye a cerrar la brecha entre desarrollos tecnológicos y su implementación práctica en centros educativos, aportando evidencia sobre validez, fiabilidad, factibilidad y aceptación docente de tecnologías emergentes (Wang & Wang, 2024; Venek et al., 2022).

Con base en las consideraciones anteriores, el objetivo general de la investigación consiste en analizar las tendencias investigativas sobre el uso de tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación durante el periodo 2015–2025, a partir de una revisión bibliométrica y sistemática de la literatura científica. Los objetivos específicos son

- Identificar la producción científica en torno a las tecnologías digitales utilizadas para la detección de problemas de aprendizaje en ámbitos deportivos y recreativos, clasificando los estudios según año de publicación, país, revista y área de conocimiento.
- Examinar los enfoques metodológicos predominantes (estudios empíricos, revisiones, desarrollos tecnológicos, validaciones instrumentales) y las principales tecnologías digitales empleadas en los estudios.
- Determinar las temáticas emergentes, los vacíos de investigación y las líneas de desarrollo futuro relacionadas con la aplicación de estas tecnologías en la evaluación motriz y el aprendizaje en contextos educativos y recreativos.

Método

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo-descriptivo, orientado al análisis bibliométrico y sistemático de la producción científica relacionada con el uso de tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación durante el periodo 2015–2025. De acuerdo con Bisquerra (2009), los estudios de revisión permiten organizar, analizar y sintetizar la producción existente en torno a un campo de conocimiento, proporcionando un mapa conceptual y empírico que contribuye a la comprensión de tendencias y vacíos de investigación. Asi-

mismo, Hernández et al. (2014) destacan que la revisión sistemática constituye un diseño de investigación documental que permite responder a objetivos específicos mediante la identificación, selección, evaluación crítica y síntesis de estudios relevantes, reduciendo el sesgo del investigador y fortaleciendo la validez de los hallazgos.

En este sentido, la investigación combina el análisis bibliométrico, que permite cuantificar la producción científica (años, países, autores, revistas), con la revisión sistemática, que posibilita examinar los enfoques metodológicos, las tecnologías digitales utilizadas y los vacíos de conocimiento. Para garantizar rigor y transparencia, el proceso de revisión siguió los lineamientos del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que establece criterios explícitos para la búsqueda, selección, inclusión y análisis de los estudios, asegurando reproducibilidad y minimización de sesgos.

Participantes

En investigaciones de carácter documental, los “participantes” corresponden al conjunto de documentos analizados (Bisquerra, 2009). En este caso, la muestra final está conformada por 19 estudios, de los cuales 18 corresponden a artículos científicos publicados en revistas indexadas y uno corresponde a una tesis universitaria. La distribución geográfica de los artículos muestra un panorama internacional: Ecuador (1), Hong Kong (1), Estados Unidos (1), Irlanda (1), Estocolmo (1), Pakistán (1), China (2) y Turquía (1). Además, se incorporaron 9 revisiones sistemáticas y una tesis procedente de Ecuador. Esta diversidad refleja el interés global y creciente por integrar tecnologías digitales en la detección de dificultades de aprendizaje en el ámbito deportivo y recreativo.

Procedimiento

El procedimiento se llevó a cabo en cuatro fases. En primer lugar, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas de alta relevancia (Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect y Google Scholar), empleando como descriptores las palabras clave: tecnologías digitales, detección de problemas de aprendizaje, educación física, deporte, recreación y motor development, en inglés y español, con el fin de abarcar la producción científica entre 2015 y 2025.

En segundo lugar, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión. Se incluyeron estudios que: (a) abordaran explícitamente el uso de tecnologías digitales para la detección, análisis o evaluación de problemas de aprendizaje o rezago motor en contextos deportivos, recreativos o de educación física; (b) estuvieran publicados en revistas científicas o repositorios académicos reconocidos; y (c) se encontraran dentro del periodo de análisis. Se excluyeron trabajos que: (a) se centraran únicamente en intervenciones clínicas sin vínculo con deporte o recreación; (b) carecieran de información metodológica suficiente; o (c) no fueran accesibles en texto completo.

En tercer lugar, se realizó un proceso de selección y depuración, eliminando duplicados y verificando la pertinencia temática mediante lectura de títulos, resúmenes e introducciones.

Finalmente, en la cuarta fase, se procedió a la sistematización de la información, organizando la data en matrices de análisis que contemplaron: año de publicación, país, revista, tipo de estudio, metodología utilizada, tecnologías digitales aplicadas y principales hallazgos.

Análisis de datos

El análisis de la información se realizó en dos niveles. En el nivel bibliométrico, se aplicaron procedimientos de estadística descriptiva para cuantificar la distribución de estudios por año, país, revista y área de conocimiento. Estos datos permitieron identificar tendencias temporales y geográficas en la producción científica sobre el tema.

En el nivel sistemático, se llevó a cabo una lectura crítica y categorización temática de los estudios, clasificando los enfoques metodológicos predominantes (empíricos, revisiones, desarrollos tecnológicos, validaciones instrumentales) y las tecnologías digitales empleadas (sensores inerciales, cámaras de profundidad, estimación de pose, plataformas de aprendizaje automático). Asimismo, se analizaron las temáticas emergentes y los vacíos de investigación, en coherencia con los objetivos específicos de este trabajo.

Este procedimiento de análisis responde a lo planteado por Hernández et al. (2014), quienes enfatizan la importancia de integrar la descripción cuantitativa con la interpretación cualitativa de los hallazgos para generar un panorama integral de la investigación existente. Así, el presente estudio ofrece una síntesis de la producción científica en el campo, permitiendo visibilizar tanto los avances como las áreas aún desatendidas.

Resultados

El análisis de la literatura científica publicada en el periodo 2015–2025 permite evidenciar una tendencia creciente en el estudio de las tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación. La revisión sistemática y bibliométrica realizada integra tanto artículos científicos como tesis, lo que garantiza una visión amplia de la producción académica sobre el tema. Los resultados se presentan en correspondencia con los objetivos planteados en la investigación, atendiendo a la identificación de la producción científica, los enfoques metodológicos y las temáticas emergentes.

Producción científica identificada

En total se recopilan 19 documentos académicos, entre artículos científicos y tesis, distribuidos en diversas regiones del mundo, con predominio de revisiones sistemáticas y scoping reviews que reflejan un interés global por consolidar marcos de referencia metodológicos. La Tabla 1 muestra la distribución de los trabajos por país y tipo de publicación.

Tabla 1. Distribución de publicaciones por país y tipo (2015–2025)

Tipo de publicación	País	Cantidad
Artículo científico	Ecuador	1
Artículo científico	Hong Kong	1
Artículo científico	Estados Unidos	1
Artículo científico	Irlanda	1
Artículo científico	Estocolmo	1
Artículo científico	Pakistán	1
Revisión sistemática	Internacional (varios)	9
Artículo científico	China	2
Artículo científico	Turquía	1
Tesis	Ecuador	1
Total		19

Nota. Elaboración propia.

La mayor proporción de los estudios corresponde a revisiones sistemáticas (9 en total), lo cual indica que existe un esfuerzo académico significativo por sintetizar evidencia dispersa y generar marcos conceptuales sólidos. Por su parte, países como China y Ecuador destacan con aportes relevantes en investigaciones empíricas, mientras que regiones como Europa y Asia contribuyen con estudios de validación y de aplicación de tecnologías emergentes.

Este panorama permite observar una internacionalización del campo, donde el interés por la detección de problemas de aprendizaje mediante tecnologías digitales trasciende contextos geográficos y se articula en redes de colaboración multidisciplinarias.

Enfoques metodológicos predominantes

En correspondencia con el segundo objetivo específico, se evidencia que los enfoques metodológicos predominantes abarcan cuatro categorías principales: estudios empíricos aplicados, revisiones sistemáticas, desarrollos tecnológicos y validaciones instrumentales.

- Estudios empíricos: incluyen la aplicación de tecnologías como Microsoft Kinect, sensores portátiles y sistemas de captura de movimiento para evaluar habilidades locomotoras en niños o rendimiento en atletas (ej. “Automated classification of movement quality using the Microsoft Kinect V2 sensor” y “Comparative analysis of Microsoft Kinect Azure and manual measurement methods in the sit and reach test among elite female weightlifters”).



- Revisiones sistemáticas y scoping reviews: constituyen el núcleo de la producción científica, con investigaciones que examinan el impacto de los wearables, la inteligencia artificial y la estimación de pose humana en contextos recreativos y deportivos (ej. “A systematic review of wearable sensors for monitoring physical activity” y “Human Movement Quality Assessment Using Sensor Technologies in Recreational and Professional Sports: A Scoping Review”).
- Desarrollos tecnológicos: se centran en la integración de algoritmos de aprendizaje profundo para la estimación de la postura humana y la clasificación de movimientos, proponiendo soluciones innovadoras para la detección temprana de dificultades de aprendizaje motor (ej. “Deep learning-based human body pose estimation in providing feedback for physical movement”).
- Validaciones instrumentales: abordan la confiabilidad y validez de programas y dispositivos específicos, garantizando que su uso en contextos educativos y recreativos posea bases científicas sólidas (ej. “Reliability and validity of a novel Kinect-based software program for measuring a single leg squat”).

Principales tecnologías digitales empleadas

La diversidad de tecnologías aplicadas constituye un eje central en los hallazgos. Entre las más recurrentes se destacan:

- Sensores portátiles (wearables): dispositivos de monitoreo biométrico y de movimiento utilizados para el seguimiento del rendimiento físico, la salud y el aprendizaje motor.
- Microsoft Kinect y variantes: empleado en varios estudios para la clasificación de la calidad del movimiento, pruebas de flexibilidad y análisis postural.
- Captura de movimiento (motion capture): aplicada en investigaciones con niños para evaluar el desarrollo locomotor y detectar retrasos en la motricidad.
- Inteligencia artificial y aprendizaje profundo: orientados a la estimación de posturas humanas y al análisis automático de datos de video, lo cual optimiza la retroalimentación pedagógica.
- Plataformas digitales educativas: vinculadas con el uso de la IA en educación física y la formación docente para integrar tecnologías emergentes.

Estos resultados muestran que la tendencia actual se orienta a la convergencia entre inteligencia artificial, sensores portátiles y sistemas de visión por computadora, los cuales posibilitan la detección temprana de dificultades de aprendizaje motor y la personalización de procesos formativos.

Temáticas emergentes y vacíos de investigación

El análisis temático de los documentos permite identificar cuatro líneas emergentes:

- Análisis biomecánico avanzado: investigaciones que emplean tecnologías portátiles para monitorear la salud y el rendimiento con alta precisión (ej. “Advanced biomechanical analytics: Wearable technologies for precision health monitoring in sports performance”).
- Estimación de postura humana en 2D y 3D: mediante aprendizaje profundo, aplicada al análisis de calidad del movimiento y retroalimentación educativa (“Two-Dimensional Human Pose Estimation with Deep Learning: A Review” y “A survey on deep 3D human pose estimation”).
- Educación física y formación docente: estudios que vinculan la IA con el bienestar físico y emocional, así como la capacitación en competencias digitales (“Artificial intelligence in physical education: comprehensive review and future teacher training strategies”).
- Calidad y equidad en datos digitales: investigaciones que resaltan la necesidad de garantizar interoperabilidad, equidad y ética en el uso de dispositivos digitales (“Challenges and recommendations for wearable devices in digital health: Data quality, interoperability, health equity, fairness”).

En la Tabla 2 se detallan las temáticas:

Tabla 2. Clasificación temática de las publicaciones analizadas (2015–2025)

Línea temática	Artículos representativos	Enfoque principal
Análisis biomecánico avanzado	- Advanced biomechanical analytics: Wearable technologies for precision health monitoring in sports performance - Comparative analysis of Microsoft Kinect Azure and manual measurement methods in the sit and reach test among elite female weightlifters	Uso de tecnologías portátiles y sistemas de visión para optimizar la salud, el rendimiento y la detección de limitaciones físicas.
Estimación de postura humana (2D y 3D)	- A survey on deep 3D human pose estimation - Deep learning-based human body pose estimation in providing feedback for physical movement: A review - Two-Dimensional Human Pose Estimation with Deep Learning: A Review	Aplicación de algoritmos de IA y visión por computadora para evaluar calidad de movimiento y retroalimentar procesos de aprendizaje motor.
Educación física y formación docente	- Artificial intelligence in physical education: comprehensive review and future teacher training strategies - AI-powered technologies in physical education: impact on physical and psycho-emotional well-being of students - Las competencias digitales del futuro profesional de la Actividad Física y el Deporte en Ecuador	Vinculación de tecnologías emergentes con la enseñanza de la educación física, formación en competencias digitales y bienestar estudiantil.
Calidad, equidad y ética en el uso de tecnologías digitales	- Challenges and recommendations for wearable devices in digital health: Data quality, interoperability, health equity, fairness - The Impact of Wearable Technologies in Health Research: Scoping Review	Discusión sobre estándares de calidad de datos, interoperabilidad y consideraciones éticas en el uso de dispositivos digitales en educación y salud.

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a los vacíos, se observa que:

- Existen pocos estudios empíricos aplicados directamente en contextos recreativos escolares.
- La mayoría de investigaciones se concentran en aspectos tecnológicos, dejando en segundo plano las implicaciones pedagógicas.
- Hay limitada participación de países de América Latina, salvo el caso de Ecuador.

Discusión

Los resultados de la presente investigación muestran que el campo de las tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación se encuentra en una etapa de consolidación, caracterizada por un crecimiento en las revisiones sistemáticas, el desarrollo de soluciones basadas en inteligencia artificial y el uso de dispositivos portátiles y sistemas de visión por computadora. Estos hallazgos son consistentes con la tendencia global que se observa en la literatura, en donde múltiples estudios convergen en la necesidad de integrar la innovación tecnológica con procesos pedagógicos y de salud.

Uno de los aportes más significativos de la revisión realizada es la evidencia de que los wearables y dispositivos de captura de movimiento se convierten en herramientas clave para la evaluación biomecánica y la detección de dificultades motrices. Alzahrani & Ullah (2024) destacan cómo los dispositivos portátiles permiten monitorear con alta precisión el rendimiento físico y el estado de salud en deportistas, lo cual coincide con lo encontrado en este estudio, donde las investigaciones sobre sensores muestran potencial para identificar deficiencias en etapas tempranas del aprendizaje motor. De manera complementaria, Osmanoğlu et al. (2025) validan la fiabilidad del uso de Microsoft Kinect Azure en pruebas de flexibilidad, confirmando que estas herramientas no solo son prácticas, sino que también alcanzan estándares de precisión comparables a las mediciones manuales tradicionales.

Asimismo, los resultados revelan que la estimación de postura humana mediante algoritmos de aprendizaje profundo constituye una de las líneas emergentes más activas. Bastola & Fenta (2025) presentan un panorama actualizado sobre la estimación tridimensional de la pose humana, evidenciando cómo estas técnicas permiten analizar con detalle la calidad de los movimientos. Este enfoque se ve reforzado por los aportes de Tharatipyakul et al. (2024), quienes sistematizan el uso del aprendizaje profundo para proporcionar retroalimentación en la ejecución de movimientos físicos, demostrando aplicaciones directas en el ámbito educativo y recreativo. A nivel bidimensional, Zhang & Shin (2025) amplían esta



perspectiva con la estimación en 2D, lo que abre la puerta a tecnologías más accesibles que no requieren equipos de alta complejidad.

En el ámbito infantil, la revisión resalta el papel de las tecnologías digitales en la detección temprana de dificultades motrices. Bossavit & Arnedillo (2022, 2023) enfatizan el uso de sistemas de captura de movimiento y tecnologías basadas en actividad física para evaluar y monitorear el desarrollo locomotor en niños, evidenciando que estas herramientas permiten intervenciones pedagógicas más precisas y oportunas. Estos hallazgos dialogan con los resultados de Chow et al. (2020), quienes proponen sistemas de clasificación de habilidades locomotoras a partir de análisis de video, mostrando que las tecnologías digitales pueden ser implementadas en entornos escolares sin necesidad de infraestructura altamente especializada.

Los resultados también muestran que la producción científica está marcada por un fuerte peso de revisiones sistemáticas y scoping reviews, lo que refleja la necesidad de integrar y consolidar la evidencia existente. Huhn et al. (2022) subrayan que las tecnologías portátiles se han posicionado como recursos fundamentales en la investigación en salud, lo cual concuerda con Kristoffersson & Lindén (2022), quienes sistematizan el uso de sensores en el monitoreo de la actividad física. Venek et al. (2022) también aportan desde la revisión de la calidad del movimiento humano, reforzando la idea de que los estudios actuales buscan sentar bases sólidas antes de una aplicación masiva de estas tecnologías en la práctica educativa y recreativa.

En relación con la educación física y la formación docente, los resultados de esta investigación revelan que existe un interés creciente en integrar la inteligencia artificial y las competencias digitales en los procesos de enseñanza. Wang & Wang (2024) argumentan que la formación del profesorado debe adaptarse a los cambios tecnológicos, incorporando la inteligencia artificial no solo como recurso, sino también como estrategia de innovación pedagógica. Xu (2025) añade que las tecnologías basadas en IA no solo tienen impacto en el rendimiento físico, sino también en el bienestar psicoemocional de los estudiantes, un aspecto que amplía la perspectiva tradicional del uso de dispositivos digitales. En América Latina, Marín et al. (2025) destacan la importancia de fortalecer las competencias digitales en los futuros profesionales de la actividad física y el deporte, lo que responde a una necesidad de contextualizar estas tendencias globales en realidades locales, como ya lo había adelantado Bucheli (2022) al examinar la recreación escolar en Ecuador.

Por otra parte, los resultados también evidencian que uno de los grandes retos identificados es la calidad y la equidad en el uso de datos digitales. Canali et al. (2022) advierten que la interoperabilidad, la justicia social y la equidad son elementos centrales que deben acompañar el desarrollo de dispositivos portátiles, pues de lo contrario se corre el riesgo de generar brechas en el acceso y en los beneficios de estas tecnologías. Este señalamiento dialoga directamente con los vacíos detectados en la revisión, en donde se observa que gran parte de los estudios se concentran en contextos de países desarrollados, dejando de lado realidades educativas de naciones con menor acceso a recursos tecnológicos.

La validación de herramientas digitales también aparece como un aspecto clave. Ressman et al. (2020) muestran cómo los programas basados en Kinect alcanzan niveles de fiabilidad significativos en la medición de movimientos específicos, reforzando el potencial de estas tecnologías para ser utilizadas en evaluaciones físicas tanto recreativas como profesionales. Chen et al. (2024), desde un enfoque multi-vista, confirman que la evaluación del movimiento humano basada en estimación de pose puede ofrecer diagnósticos detallados que enriquecen tanto la investigación como la práctica pedagógica.

En conjunto, los hallazgos de esta investigación y los aportes de los estudios revisados permiten afirmar que el campo está avanzando hacia una integración progresiva de tecnologías digitales con la pedagogía del deporte y la recreación, orientada a mejorar la detección temprana de problemas de aprendizaje, optimizar la calidad del movimiento y fomentar nuevas competencias en estudiantes y docentes. Sin embargo, la dependencia de estudios concentrados en países con alta capacidad tecnológica, así como la limitada cantidad de investigaciones aplicadas directamente en entornos escolares de América Latina, ponen en evidencia la necesidad de impulsar proyectos colaborativos que reduzcan las brechas de acceso y contextualicen las soluciones digitales a diferentes realidades culturales y educativas.

Conclusiones

El presente estudio permitió identificar que, en el periodo 2015–2025, las investigaciones sobre tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en contextos de deporte y recreación presentaron un crecimiento significativo, lo cual evidenció una tendencia hacia el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial, visión por computadora y sensores portátiles. Dichas tecnologías se aplicaron principalmente para la estimación de poses, el análisis biomecánico y la evaluación de habilidades motoras, constituyéndose en un recurso de apoyo para la identificación temprana de dificultades en el aprendizaje motor y recreativo.

Asimismo, se constató que la revisión bibliométrica y sistemática realizada cumplió con los objetivos planteados, al ofrecer un panorama claro de las principales líneas de investigación, metodologías utilizadas y limitaciones aún presentes. Se observó que los estudios recientes destacaron la necesidad de mejorar la calidad de los datos, garantizar la interoperabilidad de dispositivos y asegurar la equidad en el acceso a estas tecnologías, aspectos que condicionaron la aplicabilidad de sus resultados en entornos educativos y recreativos.

El análisis comparativo permitió determinar que las tecnologías digitales se han consolidado como una herramienta diagnóstica complementaria que facilita la identificación temprana de problemas de aprendizaje relacionados con el movimiento y la recreación. Asimismo, se evidenció que su integración en el ámbito educativo favorece la innovación en los procesos de enseñanza y evaluación, al tiempo que abre nuevas posibilidades para la personalización de intervenciones pedagógicas.

Finalmente, se concluyó que el trabajo constituye un avance en el conocimiento al ofrecer una visión integral sobre las tecnologías digitales aplicadas a la detección de problemas de aprendizaje en el deporte y la recreación, destacando su potencial como herramientas diagnósticas y de intervención temprana. A partir de este estudio, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en la validación de estas tecnologías en diferentes contextos culturales y educativos, promuevan el desarrollo de soluciones accesibles y de bajo costo, y evalúen su impacto no solo en la detección, sino también en la mejora continua de la enseñanza y la práctica recreativa.

Referencias

- Alzahrani, A., & Ullah, A. (2024). Advanced biomechanical analytics: Wearable technologies for precision health monitoring in sports performance. *Digital Health*, 10. <https://doi.org/10.1177/20552076241256745>
- Bastola, R., & Fenta, T. (2025). A survey on deep 3D human pose estimation. *Artificial Intelligence Review*, 58(24). <https://doi.org/10.1007/s10462-024-11019-3>
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa* (2.ª ed.). Madrid: La Muralla.
- Bossavit, B., & Arnedillo, I. (2022). Using motion capture technology to assess locomotor development in children. *Digital Health*, 8. <https://doi.org/10.1177/2055207622114420>
- Bossavit, B., & Arnedillo, I. (2023). Motion-based technology to support motor skills screening in developing children: A scoping review. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107715>
- Bucheli, J. (2022). *Tendencias digitales y la recreación física escolar*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3df4978c-d7c1-4159-b304-08bb3ef5623f/content>
- Canali S, Schiaffonati V, Aliverti A. (2022). Challenges and recommendations for wearable devices in digital health: Data quality, interoperability, health equity, fairness. *PLOS Digital Health*, 1(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000104>
- Chen, L., Liu, T., Gong, Z., & Wang, D. (2024). Movement Function Assessment Based on Human Pose Estimation from Multi-View. *Computer Systems Science and Engineering*, 48(2), 321-339. <https://doi.org/10.32604/csse.2023.037865>
- Chow, D., Cheng, W., & Tam, S. (2020). A Video-Based Classification System for Assessing Locomotor Skills in Children. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(3), 585-595. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7429431/>



- Fermin, P., Smith H, Zhang Y. (2020). Automated classification of movement quality using the Microsoft Kinect V2 sensor. *Computers in Biology and Medicine*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.104021>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Huhn, S., Axt, M., Gunga, H., Maggioni, M., Munga, S., Obor, D., Sié, A., Boudo, V., Bunker, A., Sauerborn, R., Bärnighausen, T., & Barteit, S. (2022). The Impact of Wearable Technologies in Health Research: Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth*, 10(1). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8826148/>
- Kristoffersson, A., & Lindén, M. (2022). A Systematic Review of Wearable Sensors for Monitoring Physical Activity. *Sensors*, 22(2), 573. <https://doi.org/10.3390/s22020573>
- Marín, J., Rodríguez, Á., Martínez, D., & Rodríguez, J. (2025). Las competencias digitales del futuro profesional de la Actividad Física y el Deporte en Ecuador. *Retos*, 67, 745–760. <https://doi.org/10.47197/retos.v67.112741>
- Osmanoğlu, U., Erdağı, K., IŞIK, B., Örüçü, S., & Özbay, E. (2025). Comparative analysis of Microsoft Kinect Azure and manual measurement methods in the sit and reach test among elite female weightlifters. *Scientific Reports*, 15(24636). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-09754-w>
- Ressman, J., Rasmussen-Barr, E., & Grooten, W. (2020). Reliability and validity of a novel Kinect-based software program for measuring a single leg squat. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 12(31). <https://doi.org/10.1186/s13102-020-00179-8>
- Tharatipyakul, A., Srikaewsiew, T., & Pongnumkul, S. (2024). Deep learning-based human body pose estimation in providing feedback for physical movement: A review. *Heliyon*, 10(17). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36589>
- Venek, V., Kranzinger, S., Schwameder, H., & Stöggel, T. (2022). Human Movement Quality Assessment Using Sensor Technologies in Recreational and Professional Sports: A Scoping Review. *Sensors*, 22(13). <https://doi.org/10.3390/s22134786>
- Wang, Y., & Wang, X. (2024) Artificial intelligence in physical education: comprehensive review and future teacher training strategies. *Frontiers in. Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1484848>
- Xu, H. (2025). AI-powered technologies in physical education: impact on physical and psycho-emotional well-being of students. *The Journal of General Psychology*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/00221309.2025.2541585>
- Zhang, Z., & Shin, S.-Y. (2025). Two-Dimensional Human Pose Estimation with Deep Learning: A Review. *Applied Sciences*, 15(13), 7344. <https://doi.org/10.3390/app15137344>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

José Israel López Pumalema

jlopez8181@upse.edu.ec

Autor/a

