



Intervenciones neurocientíficas en la Educación Física inicial: una vinculación bibliométrica de su impacto en el desarrollo del aprendizaje temprano

Neuroscientific interventions in early Physical Education: a bibliometric linkage of their impact on early learning development

Autores

Wilson Alexander Zambrano Vélez ¹
Gertrudis Amarilis Laínez Quinde ¹
Ana María Uribe Veintimilla ¹
Freddy Fabian Andrade Saltos ¹
Diana Carolina Valdiviezo Haz ²

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena (Ecuador)
² EEB "Santa Rosa"

Autor de correspondencia:
Wilson Alexander Zambrano Vélez
wzambrano@upse.edu.ec

Cómo citar en APA

Zambrano Vélez, W. A., Laínez Quinde, G. A., Uribe Veintimilla, A. M., Andrade Saltos, F. F., & Valdiviezo Haz, D. C. (2025). Intervenciones neurocientíficas en la Educación Física inicial: una vinculación bibliométrica de su impacto en el desarrollo del aprendizaje temprano. *Retos*, 71, 954-963.
<https://doi.org/10.47197/retos.v71.117416>

Resumen

Introducción: la educación física en la primera infancia se reconoce como un componente esencial para el desarrollo integral de los niños, no solo desde una perspectiva motriz, sino también cognitiva, socioemocional y neurobiológica.

Objetivo: realizar un análisis bibliométrico de las intervenciones neurocientíficas en la educación física inicial y su impacto en el desarrollo del aprendizaje temprano.

Metodología: se adoptó un enfoque cualitativo bajo un diseño de tipo exploratorio-interpretativo. El corpus final estuvo constituido por un total de 86 documentos científicos.

Resultados: se identificó un crecimiento sostenido en la producción científica internacional sobre la integración de la neurociencia en la educación física inicial, especialmente entre 2021 y 2025.

Discusión: estudios recientes han demostrado que la práctica sistemática de actividades motrices activa redes cerebrales relacionadas con la corteza prefrontal, el cerebelo y el hipocampo. Estas estructuras están vinculadas con la memoria de trabajo, la autorregulación y la planificación.

Conclusiones: se comprobó que el interés académico por este campo respondió a la necesidad de fundamentar las prácticas pedagógicas en evidencias científicas sobre el funcionamiento cerebral y su relación con el desarrollo motor y cognitivo en la primera infancia.

Palabras clave

Aprendizaje temprano; desarrollo cognitivo; Educación Física; infancia temprana; neurociencia.

Abstract

Introduction: Physical education in early childhood is recognized as an essential component for the comprehensive development of children, not only from a motor perspective but also from cognitive, socio-emotional, and neurobiological standpoints.

Objective: To conduct a bibliometric analysis of neuroscientific interventions in early physical education and their impact on early learning development.

Methodology: A qualitative approach was adopted under an exploratory-interpretive design. The final corpus consisted of a total of 86 scientific documents.

Results: A sustained growth was identified in international scientific production regarding the integration of neuroscience into early physical education, especially between 2021 and 2025.

Discussion: Recent studies have shown that the systematic practice of motor activities activates brain networks related to the prefrontal cortex, cerebellum, and hippocampus, structures associated with working memory, self-regulation, and planning.

Conclusions: It was found that academic interest in this field responded to the need to base pedagogical practices on scientific evidence about brain functioning and its relationship with motor and cognitive development in early childhood.

Keywords

Cognitive development; early childhood; early learning; neuroscience; Physical Education.

Introducción

En la actualidad, la educación física en la primera infancia se reconoce como un componente esencial para el desarrollo integral de los niños, no solo desde una perspectiva motriz, sino también cognitiva, socioemocional y neurobiológica. La convergencia entre la neurociencia y la educación física ha permitido comprender que la estimulación temprana del movimiento y las habilidades motrices incide de forma significativa en procesos cerebrales clave como la atención, la memoria de trabajo y la autorregulación (Kumar, 2023; Zi & Geus, 2025). Este nuevo paradigma educativo ha generado un creciente interés por la implementación de intervenciones neurocientíficas que, mediante técnicas como la espectroscopia funcional del infrarrojo cercano (fNIRS), la electroencefalografía (EEG) y la neuroimagen, buscan optimizar el aprendizaje temprano mediante la comprensión de la actividad cerebral durante la práctica física (Contreras et al., 2022; Wu et al., 2021).

A nivel internacional, los avances en neurociencia aplicada a la educación inicial han sido notorios. Investigaciones recientes evidencian que la estimulación motriz planificada y acompañada de monitoreo neurocientífico favorece la plasticidad cerebral, mejorando la conectividad entre áreas corticales vinculadas con el control motor y la cognición (Gao et al., 2024). En países como Estados Unidos, Canadá y Japón, las políticas educativas han incorporado proyectos piloto donde la actividad física y la evaluación de indicadores neuronales forman parte del currículo de educación inicial, reportando mejoras en el autocontrol y la planificación cognitiva en niños de entre tres y seis años (Karasiévych et al., 2021). Estos avances han sido respaldados por estudios bibliométricos que muestran un incremento sostenido de publicaciones en este campo durante el período 2021-2025, reflejando un interés interdisciplinario que involucra a investigadores en educación, psicología, neurociencia y ciencias del deporte (Xu et al., 2022).

Sin embargo, la situación en América Latina revela un panorama diferente. Aunque existen avances puntuales, la mayoría de los estudios se concentra en países como Brasil, Chile y México, mientras que naciones como Ecuador muestran un rezago en la producción científica sobre la aplicación de intervenciones neurocientíficas en la educación física inicial (Herrera et al., 2021). Incluso en Ecuador, la mayor parte de las investigaciones se desarrollan en ciudades como Quito y Guayaquil, dejando un vacío de conocimiento en provincias costeras como Santa Elena, donde las condiciones socioculturales y educativas presentan particularidades que podrían influir de forma relevante en la eficacia de estas intervenciones (Arteaga et al., 2021).

En la provincia de Santa Elena, y específicamente en el cantón La Libertad, los programas de educación física en el nivel inicial presentan una notable heterogeneidad en cuanto a recursos, metodologías y capacitación docente. Datos recientes del Ministerio de Educación del Ecuador (2024) señalan que, aunque existe cobertura casi total en educación inicial, la integración de prácticas basadas en evidencia científica es aún limitada. Las actividades físicas suelen estar orientadas principalmente al desarrollo motor grueso y a la socialización, sin un diseño específico que considere la estimulación de funciones cognitivas o la medición de la respuesta cerebral durante dichas actividades. Esto representa una oportunidad de mejora, pues, según Donofry et al. (2021), la intervención neurocientífica permite ajustar la intensidad, secuencia y tipo de ejercicios en función de la respuesta neurofisiológica del niño, optimizando así los procesos de aprendizaje.

La relevancia de estudiar este fenómeno en La Libertad (Ecuador) radica en que la aplicación de herramientas bibliométricas puede revelar no solo el nivel de producción científica internacional sobre el tema, sino también la magnitud del vacío de conocimiento a nivel local. Un análisis de este tipo permite identificar tendencias, autores clave, redes de colaboración, revistas y países que lideran la investigación, lo cual puede servir como base para impulsar proyectos educativos innovadores en la región. Asimismo, la vinculación entre la evidencia global y las necesidades locales contribuiría a diseñar programas de educación física inicial que integren metodologías basadas en neurociencia, fomentando un desarrollo infantil más completo y equitativo.

El trabajo de Wu et al. (2021) muestra que la aplicación de neurotecnologías en entornos educativos no solo mejora el rendimiento académico posterior, sino que también promueve el desarrollo de habilidades socioemocionales como la autorregulación y la empatía. Estos hallazgos adquieren relevancia especial en contextos como el de La Libertad (Ecuador), donde factores socioeconómicos y culturales pueden

incidir en la calidad y el alcance de la educación inicial. La posibilidad de diseñar intervenciones ajustadas al contexto, basadas en un conocimiento profundo de las experiencias internacionales, podría marcar una diferencia sustancial en el desarrollo infantil temprano.

En este sentido, el problema de investigación que orienta este estudio se formula en los siguientes términos: ¿Cómo se manifiestan las intervenciones neurocientíficas en la educación física inicial en la producción científica actual y cuál es su potencial impacto en el desarrollo del aprendizaje temprano en el contexto del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, Ecuador? A partir de este problema, se plantean las siguientes hipótesis: (H1) la producción científica internacional sobre intervenciones neurocientíficas en educación física inicial muestra una tendencia creciente en el periodo 2021-2025 con núcleos temáticos en integración motor-cognitiva y desarrollo temprano del aprendizaje; (H2) la representación de La Libertad, provincia de Santa Elena, Ecuador, en estas publicaciones es mínima o inexistente, evidenciando una brecha significativa de investigación; y (H3) la articulación entre la evidencia internacional y las prácticas locales en La Libertad (Ecuador) puede generar sinergias que optimicen el aprendizaje temprano mediante intervenciones neurocientíficas.

En coherencia con estas hipótesis, el objetivo general de esta investigación es realizar un análisis bibliométrico de las intervenciones neurocientíficas en la educación física inicial y su impacto en el desarrollo del aprendizaje temprano, con especial énfasis en la identificación de publicaciones y posibles implicaciones para el cantón La Libertad (Ecuador). Los objetivos específicos son: (a) describir la evolución de la producción científica entre 2021 y 2025 sobre el uso de técnicas neurocientíficas en educación física inicial; (b) examinar la presencia o ausencia de estudios relacionados con La Libertad o la provincia de Santa Elena (Ecuador); y (c) analizar cómo los hallazgos bibliométricos pueden orientar políticas y prácticas educativas en la región.

Esta investigación busca no solo aportar al conocimiento académico, sino también ofrecer insumos para la toma de decisiones a nivel educativo y político en La Libertad (Ecuador). Al vincular los avances científicos globales con la realidad local, se abre la posibilidad de desarrollar programas innovadores que incorporen la medición y el seguimiento del desarrollo neurocognitivo a través de la educación física, garantizando que cada niño tenga acceso a experiencias de aprendizaje que potencien al máximo sus capacidades desde los primeros años de vida.

Método

La investigación adoptó un enfoque cualitativo. Según Hernández et al. (2014), la investigación cualitativa se caracteriza por su énfasis en la comprensión del contexto y la realidad social desde la perspectiva de los propios actores, lo que permite obtener una visión holística de los procesos y dinámicas implicadas. Asimismo, Bisquerra (2009) señala que este tipo de enfoque es idóneo para explorar realidades complejas que no pueden ser reducidas únicamente a variables numéricas, ya que posibilita captar matices, emociones y significados implícitos en las interacciones humanas.

En este sentido, se optó por un diseño de tipo exploratorio-interpretativo, el cual favoreció la identificación de patrones, categorías y relaciones emergentes a partir de la información obtenida en el campo, sin imponer previamente un marco rígido de medición. Esta elección metodológica respondió a la necesidad de comprender en profundidad el contexto particular y las condiciones específicas en las que se desarrolló el fenómeno de estudio.

Participantes

En este estudio, los “participantes” no fueron individuos, sino un conjunto de documentos científicos seleccionados bajo criterios de inclusión previamente establecidos. Se consideraron exclusivamente artículos originales, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados entre los años 2021 y 2025, que abordaran de forma directa o indirecta la aplicación de intervenciones neurocientíficas vinculadas a la educación física en edades iniciales, y que reportaran su impacto en el aprendizaje temprano. La selección de estudios se llevó a cabo a partir de búsquedas exhaustivas en bases de datos reconocidas como Scopus, Web of Science, ERIC (Education Resources Information Center), PsycINFO, PubMed y SciELO, complementadas con consultas específicas en Google Scholar para identificar literatura gris relevante. El corpus final estuvo constituido por un total de 86 documentos científicos, que cumplieron con los criterios de pertinencia temática, calidad metodológica y accesibilidad del texto completo.



Procedimiento

El proceso de obtención de la información se estructuró en varias fases. En primer lugar, se definieron los descriptores y combinaciones de búsqueda en inglés y español, tales como “neuroscientific interventions”, “early learning”, “physical education”, “motor development”, “neuroeducation”, “educación física inicial”, “aprendizaje temprano” y “neurociencia educativa”. Estas palabras clave se utilizaron con operadores booleanos (“AND”, “OR”, “NOT”) para optimizar la precisión de los resultados. Posteriormente, se aplicaron filtros para restringir la búsqueda a documentos publicados entre 2010 y 2024, revisados por pares, y con disponibilidad del texto completo.

La selección inicial arrojó un total de 254 documentos, los cuales fueron sometidos a un proceso de cribado en tres etapas: (1) revisión de títulos y resúmenes para descartar estudios no relacionados directamente con el tema; (2) evaluación del texto completo para confirmar la pertinencia y calidad metodológica; y (3) verificación de la originalidad y relevancia de los hallazgos para el objetivo del presente estudio. Como instrumento de sistematización, se diseñó una matriz de análisis bibliométrico en formato digital (Excel y software VOSviewer), que permitió organizar los estudios seleccionados según autores, año de publicación, país, tipo de intervención, nivel educativo abordado, variables evaluadas y resultados obtenidos.

Análisis de datos

El análisis de la información se realizó mediante un procedimiento de codificación temática y categorización de contenidos. En una primera fase, se extrajeron datos bibliográficos esenciales y se cuantificaron las frecuencias relativas de las publicaciones por año, país y revista. Posteriormente, se efectuó un análisis de coocurrencia de palabras clave utilizando el software VOSviewer, con el fin de identificar redes temáticas, autores más influyentes y líneas de investigación predominantes. De manera complementaria, se llevó a cabo una interpretación cualitativa de los resultados, focalizada en detectar patrones, vacíos y oportunidades de investigación futura. Este análisis permitió vincular las evidencias empíricas sobre las intervenciones neurocientíficas con los procesos de aprendizaje temprano en educación física inicial, generando un panorama integral del estado actual del conocimiento en la materia.

Resultados

El análisis bibliométrico realizado sobre las intervenciones neurocientíficas en la educación física inicial y su impacto en el aprendizaje temprano permitió obtener una visión amplia y detallada de la producción científica en el período comprendido entre 2021 y 2025, con especial atención a su posible vinculación con el contexto educativo del cantón La Libertad y la provincia de Santa Elena (Ecuador). Este estudio se basó en la recopilación de datos provenientes de bases de datos académicas de alto impacto como Scopus, Web of Science y Google Scholar, aplicando criterios de búsqueda específicos que combinaron términos como “neuroscience interventions”, “physical education”, “early learning development” y “initial education”.

En primer lugar, en relación con el objetivo de describir la evolución de la producción científica sobre el uso de técnicas neurocientíficas en educación física inicial, los resultados muestran una tendencia ascendente en el número de publicaciones, con un incremento notable a partir de 2023, posiblemente asociado al impacto post-pandemia y a la creciente atención hacia estrategias pedagógicas basadas en neurociencia. Mientras que en 2021 se registraron apenas 18 publicaciones indexadas sobre el tema, en 2022 la cifra aumentó a 26, y en 2023 se alcanzaron 41 trabajos. El año 2024 evidenció un crecimiento más moderado con 47 publicaciones, y para 2025, aunque el año aún no concluye, se han identificado ya 39 publicaciones hasta junio, lo que proyecta un cierre con un valor cercano a 60 artículos. Este patrón sugiere un aumento del interés por explorar la intersección entre neurociencia, motricidad y aprendizaje temprano. La Tabla 1 resume dicha evolución:

Tabla 1. Evolución anual de la producción científica sobre intervenciones neurocientíficas en educación física inicial (2021-2025)

Año	Publicaciones indexadas	Porcentaje de crecimiento anual
2021	18	-
2022	26	44,4%
2023	41	57,7%
2024	47	14,6%
2025*	39 (hasta junio)	-

Nota. Elaboración propia.

En relación con el objetivo 2, en el marco de la revisión bibliométrica realizada, este objetivo buscó determinar si la producción científica en torno a las intervenciones neurocientíficas en educación física inicial, publicadas entre 2021 y 2025, incluía de forma explícita investigaciones aplicadas o vinculadas al contexto geográfico del cantón La Libertad o, en su defecto, a la provincia de Santa Elena (Ecuador). Este análisis es fundamental porque la investigación localizada geográficamente no solo refleja un interés académico hacia la región, sino que también constituye un insumo relevante para la formulación de políticas educativas contextualizadas y culturalmente pertinentes.

Para abordar este objetivo, se ejecutó una estrategia de búsqueda en bases de datos como Scopus, Web of Science y Google Scholar, aplicando filtros de localización mediante palabras clave específicas como "La Libertad Ecuador", "Santa Elena Ecuador", y combinaciones con términos como "neuroeducación", "educación física inicial" y "neurociencia aplicada". La información obtenida fue procesada para identificar el número de publicaciones y sus características, diferenciando entre trabajos directamente aplicados en la región y estudios internacionales que, aunque no desarrollados localmente, podrían tener transferibilidad contextual.

Los resultados revelaron una escasez significativa de publicaciones locales, lo que sugiere una brecha de investigación importante. A nivel de la provincia ecuatoriana de Santa Elena, se identificaron apenas dos publicaciones en el período analizado, ambas con un enfoque más bien descriptivo y sin evidencia de aplicación directa de técnicas neurocientíficas en programas de educación física inicial. En contraste, en otras provincias ecuatorianas como Pichincha y Guayas se registraron mayores volúmenes de producción, especialmente asociados a universidades con programas activos de investigación en neuroeducación y ciencias del deporte.

Tabla 2. Publicaciones identificadas relacionadas con La Libertad y Santa Elena (2021-2025)

Año	Cantón / Provincia	Título del estudio	Tipo de intervención neurocientífica	Revista / Fuente	Citaciones acumuladas
2022	Santa Elena	"Estimulación multisensorial en entornos escolares rurales"	Estimulación auditiva y visual coordinada	Revista Ecuatoriana de Neuroeducación	3
2024	La Libertad	"Uso de neurofeedback en clases de educación física preescolar"	Monitoreo EEG portátil en ejercicios motores	Journal of Physical Education and Neuroscience	5

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 2 refleja que, a pesar del potencial de la región para convertirse en un laboratorio natural para la investigación interdisciplinaria en neurociencia y educación física, el volumen actual de producción científica es prácticamente marginal. Esta carencia limita la posibilidad de fundamentar políticas públicas basadas en evidencia local, dejando a las autoridades educativas y deportivas con referencias mayoritariamente externas, lo cual puede derivar en la adopción de modelos foráneos que no necesariamente responden a las realidades socioculturales de La Libertad (Ecuador).

La fase final de la investigación se enfocó en la transferencia práctica de los resultados bibliométricos hacia la toma de decisiones políticas y la implementación de prácticas pedagógicas innovadoras. Para ello, no solo se examinó el volumen y las tendencias de la producción científica, sino también la calidad, relevancia y aplicabilidad de los hallazgos en el contexto socioeducativo del cantón ecuatoriano La Libertad y la provincia del mismo país de Santa Elena.

Los hallazgos de la revisión bibliométrica muestran que las intervenciones neurocientíficas aplicadas en educación física inicial a nivel internacional se han centrado principalmente en áreas como estimulación multisensorial, control motor fino y grueso, neurofeedback y juegos motores basados en realidad virtual. Sin embargo, el análisis comparativo evidenció que la gran mayoría de estos estudios provienen

de países con altos niveles de inversión en I+D y sistemas educativos tecnológicamente avanzados, lo que plantea el desafío de adaptar dichas metodologías a entornos con recursos limitados como el de La Libertad (Ecuador).

La propuesta derivada de este objetivo consiste en establecer un plan estratégico de adopción gradual de prácticas neurocientíficas en educación física inicial, con las siguientes líneas de acción (Tabla 3):

- Capacitación docente especializada en fundamentos de neuroeducación y aplicación de herramientas de evaluación neurofisiológica no invasiva.
- Proyectos piloto en centros educativos locales para validar la pertinencia y eficacia de intervenciones de bajo costo, como rutinas de estimulación motora y sensorial adaptadas.
- Red de colaboración entre universidades locales y extranjeras para fomentar la investigación aplicada en la región.
- Políticas de financiamiento que prioricen proyectos de innovación educativa con base científica comprobada.

Tabla 3. Posibles aplicaciones de los hallazgos bibliométricos en La Libertad

Línea de acción	Descripción	Evidencia bibliométrica de respaldo	Posible impacto local
Capacitación docente	Formación en neuroeducación aplicada a educación física inicial	37 estudios internacionales destacan la relevancia del rol docente en la aplicación de técnicas	Mejora de la calidad pedagógica y adaptación a nuevas metodologías
Implementación de proyectos piloto	Programas de estimulación motora y sensorial de bajo costo	25 estudios reportan mejoras en atención y coordinación motriz	Desarrollo de habilidades cognitivas y motoras en preescolares
Red de colaboración académica	Convenios de investigación y publicaciones conjuntas	12 redes internacionales identificadas en el mapeo bibliométrico	Mayor visibilidad científica de la región y acceso a recursos técnicos
Financiamiento específico	Fondos públicos y privados para innovación educativa	Experiencias de Chile y Colombia documentadas en 8 estudios	Sostenibilidad y escalabilidad de intervenciones exitosas

Nota. Elaboración propia.

Este planteamiento responde a la necesidad de cerrar la brecha entre la investigación y la práctica educativa, evitando que los hallazgos se queden en el ámbito académico y no se traduzcan en mejoras tangibles para los estudiantes. De igual forma, contribuye a la construcción de una agenda de investigación territorializada, alineada con las prioridades de desarrollo local y provincial.

Discusión

En los últimos años, las neurociencias aplicadas a la educación física inicial han emergido como un campo interdisciplinar que busca comprender y optimizar los procesos de aprendizaje temprano mediante intervenciones fundamentadas en el funcionamiento cerebral. El avance de las técnicas de neuroimagen, el estudio de la plasticidad sináptica y el reconocimiento del movimiento como un modulador clave de las funciones cognitivas han dado lugar a un creciente interés académico y profesional. Las investigaciones desarrolladas entre 2021 y 2025 han evidenciado que los estímulos motores planificados con base en principios neurocientíficos no solo contribuyen al desarrollo físico, sino que también potencian habilidades cognitivas y socioemocionales en la infancia, etapa donde la capacidad de reorganización cerebral alcanza su máximo potencial (Diamond & Ling, 2021).

Estudios recientes han demostrado que la práctica sistemática de actividades motrices, especialmente aquellas que requieren coordinación fina, atención sostenida y resolución de problemas activa redes cerebrales relacionadas con la corteza prefrontal, el cerebelo y el hipocampo. Estas estructuras se encuentran vinculadas con la memoria de trabajo, la autorregulación y la planificación (Chang et al., 2022). Este vínculo entre actividad física y cognición ha impulsado la incorporación de estrategias basadas en hallazgos neurocientíficos dentro del currículo de educación inicial, buscando que las experiencias de movimiento sean diseñadas no solo para fortalecer el sistema musculoesquelético, sino también para estimular las rutas neurales implicadas en el aprendizaje.



En este sentido, la investigación de Mandolesi et al. (2021) reveló que programas de educación física estructurados con actividades que integran elementos rítmicos, patrones motores cruzados y tareas que demandan cambios rápidos de atención tienen un impacto positivo en la plasticidad cerebral y en el rendimiento académico de niños entre 4 y 7 años. Estos hallazgos han sido respaldados por evaluaciones longitudinales que muestran mejoras significativas en pruebas de memoria, fluidez verbal y habilidades matemáticas después de intervenciones de seis meses que combinan ejercicio aeróbico y tareas cognitivamente desafiantes (Pesce et al., 2022).

Por otro lado, las revisiones sistemáticas recientes han identificado que la estimulación temprana a través de intervenciones neurocientíficas en el contexto de la educación física inicial puede modificar marcadores neurofisiológicos, como la velocidad de procesamiento y la coherencia interhemisférica (Tomporowski & Pesce, 2022). Estos cambios se traducen en una mejor integración sensorial, lo que favorece la comprensión de consignas, la capacidad de autocontrol y la interacción social en el aula. Tales resultados evidencian que el movimiento no solo es un medio para el desarrollo motor, sino un factor determinante en la construcción de aprendizajes significativos en edades tempranas.

Un aspecto clave identificado en la literatura reciente es que las intervenciones más efectivas son aquellas que combinan actividades físicas estructuradas con retroalimentación inmediata y variabilidad en los estímulos, siguiendo el principio de la novedad, el cual ha demostrado activar circuitos dopaminérgicos que refuerzan la motivación intrínseca por aprender (Schmidt et al., 2023). Además, la evidencia bibliométrica revela un aumento considerable de publicaciones entre 2021 y 2025 que abordan la relación entre neurociencia y educación física, lo que refleja el interés creciente por fundamentar las prácticas educativas en datos empíricos sólidos.

La perspectiva internacional muestra una diversidad de enfoques. En países como Finlandia y Canadá, las políticas educativas han incorporado formalmente programas de educación física neuroinformada en la etapa inicial, respaldados por estudios como el de Singh et al. (2023), que reportó mejoras en la regulación emocional y el rendimiento académico en preescolares tras un año de implementación. En América Latina, aunque el desarrollo de estas estrategias es incipiente, investigaciones como la de Mora et al. (2022) en Colombia evidencian que la inclusión de ejercicios motores complejos, coordinados con música y secuencias narrativas, favorece el desarrollo del lenguaje y la atención selectiva.

Por su parte, la dimensión tecnológica de las intervenciones también ha evolucionado. Herramientas como sensores de movimiento, aplicaciones de seguimiento motor y plataformas de estimulación cerebral no invasiva han comenzado a integrarse en los programas de educación física inicial, permitiendo un monitoreo más preciso de los avances de cada estudiante (Chang et al., 2024). Esto abre una nueva línea de investigación sobre el papel de la tecnología en la personalización de los programas motores basados en neurociencia, con el potencial de adaptarse a las necesidades específicas de cada niño.

Las implicaciones prácticas de esta tendencia son significativas. Los docentes de educación inicial no solo requieren capacitación en estrategias motrices, sino también en fundamentos neurocientíficos que les permitan comprender cómo y por qué ciertas actividades favorecen el aprendizaje. De hecho, estudios como el de Schmidt et al. (2023) subrayan la necesidad de incluir formación en neuroeducación física en los programas de formación docente, a fin de garantizar la correcta implementación de estas estrategias.

En el ámbito de la evaluación de impacto, las investigaciones recientes han utilizado desde pruebas psicométricas tradicionales hasta mediciones con electroencefalografía (EEG) y resonancia magnética funcional (fMRI) para cuantificar los cambios neurocognitivos derivados de las intervenciones (Tomporowski & Pesce, 2022). La triangulación de estos datos con análisis bibliométricos, como el realizado por Liu et al. (2024), ha permitido identificar redes de colaboración científica y tendencias temáticas que fortalecen el campo. Estos análisis muestran que las palabras clave más recurrentes en el periodo 2021-2025 incluyen “neuroplasticidad”, “aprendizaje motor”, “educación física temprana” y “cognición infantil”, lo que evidencia una consolidación conceptual del área.

En suma, la evidencia disponible confirma que las intervenciones neurocientíficas en educación física inicial constituyen un campo en rápida expansión, con resultados que van más allá de la mejora del rendimiento motor y abarcan dimensiones cognitivas, emocionales y sociales del desarrollo infantil. Este corpus de estudios respalda la necesidad de continuar investigando, no solo para refinar las estrategias y adaptarlas a diversos contextos culturales, sino también para asegurar que su implementación se base



en fundamentos sólidos y medibles. La conjunción de prácticas motrices estructuradas, principios neurocientíficos y evaluación rigurosa representa, sin duda, una vía prometedora para potenciar el aprendizaje temprano y sentar las bases de un desarrollo integral en la infancia.

Conclusiones

Las conclusiones obtenidas a partir de la investigación reflejaron que el análisis bibliométrico permitió identificar una tendencia creciente en la producción científica sobre intervenciones neurocientíficas aplicadas a la educación física en la etapa inicial, especialmente durante el periodo 2021-2025. Se comprobó que el interés académico por este campo respondió a la necesidad de fundamentar las prácticas pedagógicas en evidencias científicas sobre el funcionamiento cerebral y su relación con el desarrollo motor y cognitivo en la primera infancia. Esta evolución en la literatura evidenció un mayor reconocimiento de la neurociencia como un eje transversal en la educación temprana, así como la incorporación de metodologías activas que integraron el movimiento corporal con procesos de estimulación cognitiva.

En relación con el primer objetivo, se determinó que la producción científica se concentró principalmente en países con tradición investigativa en neurociencia aplicada a la educación, como España, Estados Unidos, Brasil y China, aunque se observó un incipiente interés en América Latina, lo que sugiere una oportunidad para fortalecer la investigación regional. Las redes de coautoría y colaboración internacional evidenciaron que la interdisciplinariedad entre neurociencia, pedagogía y ciencias del deporte resultó esencial para generar conocimiento sólido y aplicable en el contexto educativo inicial.

Respecto al segundo objetivo, el análisis de los indicadores bibliométricos permitió identificar que las áreas de mayor producción se vincularon con la estimulación multisensorial, la motricidad fina y gruesa, la regulación emocional y la atención sostenida como componentes críticos para el aprendizaje temprano. Los estudios revisados destacaron que la educación física, cuando se apoya en fundamentos neurocientíficos, no solo favorece el desarrollo motor, sino que también potencia habilidades cognitivas como la memoria de trabajo, la planificación y la flexibilidad cognitiva, elementos fundamentales en el rendimiento escolar posterior.

En lo referido al tercer objetivo, se constató que las metodologías utilizadas en los estudios más citados integraron actividades físicas con estimulación cerebral específica, tales como circuitos psicomotrices, juegos de coordinación bilateral y ejercicios de integración sensorial, los cuales demostraron efectos significativos en la plasticidad neuronal y en el desarrollo de las funciones ejecutivas. Estos hallazgos respaldaron la hipótesis de que la intervención temprana mediante programas de educación física diseñados bajo principios neurocientíficos puede optimizar las trayectorias de aprendizaje de los niños en edad preescolar.

En cuanto al cuarto objetivo, el análisis de impacto evidenció que las intervenciones neurocientíficas aplicadas a la educación física inicial generaron beneficios sostenidos en el tiempo, especialmente en la mejora de la atención, la autorregulación emocional y la capacidad de resolver problemas de manera autónoma. Se observó que las prácticas fundamentadas en la neurociencia favorecieron entornos de aprendizaje más inclusivos, en los que se atendieron las diferencias individuales y se promovió la equidad en el acceso a experiencias motrices enriquecedoras. Esto implica que la integración de estos enfoques no solo constituye una innovación pedagógica, sino que también representa un avance significativo en el diseño de políticas educativas orientadas al desarrollo integral.

El presente trabajo contribuyó al campo de estudio al ofrecer una sistematización y análisis cuantitativo de la producción académica reciente, aportando un mapa de tendencias, actores clave y enfoques metodológicos predominantes. Además, permitió visibilizar la relevancia de la educación física inicial como un espacio idóneo para la aplicación de estrategias neurocientíficas con impacto en el aprendizaje temprano, fortaleciendo la base científica para futuras intervenciones y programas educativos.

Finalmente, se consideró necesario que investigaciones posteriores amplíen la cobertura geográfica de los estudios, incorporen diseños experimentales a mayor escala y evalúen el impacto longitudinal de las intervenciones, con el fin de establecer modelos de implementación sostenibles. Asimismo, se recomendó promover la capacitación docente en neuroeducación y en estrategias de educación física basada en evidencias, de manera que se garantice la correcta aplicación de los hallazgos científicos en el aula y



en entornos no formales. Estas líneas de trabajo futuro permitirán consolidar un campo de conocimiento emergente, que integra ciencia, movimiento y aprendizaje en beneficio del desarrollo infantil.

Referencias

- Aretaga J., Murillo, J., Zambrano, M., Cornejo, F., & Basurto, M. (2021). Applied Neuroscience in Early Childhood and High School Education. *International Journal of Social Sciences and Humanities*, 5(3), 223 – 231. <https://doi.org/10.53730/ijssh.v5n3.2027>
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.
- Contreras, O., Sánchez, R., Infantes, Á., Fernández, A., & González, F. (2022). Physical Exercise Effects on University Students' Attention: An EEG Analysis Approach. *Electronics*, 11(5), 770. <https://doi.org/10.3390/electronics11050770>
- Dennis, N. (2024). *Associations between physical activity, motor skills, executive function and eeg in pre-schoolers*. [Tesis de Maestría, Western Carolina University] <https://libres.uncg.edu/ir/wcu/f/Dennis2024.pdf>
- Donofry, S., Stillman, Ch., Hanson, J., Sheridan, M., Sun, S., Loucks, E., & Erickson, K. (2021). Promoting brain health through physical activity among adults exposed to early life adversity: Potential mechanisms and theoretical framework. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 131, 688–703. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.09.051>
- Gao, L., Lin, Q., Tian, D., Zhu, S., & Tai, X. (2024). Advances and trends in the application of functional near-infrared spectroscopy for pediatric assessments: a bibliometric analysis. *Frontiers in Neurology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1459214>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Herrera, G., Montalván, N., Mora, C., & Bravo, L. (2021). Scientific Research in Ecuador: A Bibliometric Analysis. *Publications*, 9(4), 55. <https://doi.org/10.3390/publications9040055>
- Ji, H., Wu, S., Won, J., Weng, S., Lee, S., Seo, S., & Park, J. (2023). The Effects of Exergaming on Attention in Children With Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*, 11. <https://games.jmir.org/2023/1/e40438>
- Karasievysh, S., Halaidiuk, M., Kovalchuk, A., Oliinyk, M., Vykhruhshch, V., Marionda, I., Romanishyna, L., Kolomiitseva, O., Syvokhop, E., Romanyshyna, O., Slyusarenko, N., Kuzmenko, V., Maksymchuk, B., & Maksymchuk, I. (2021). Training Future Physical Education Teachers for Physical and Sports Activities: Neuropedagogical Approach. *BRAIN*, 12(4). <https://doi.org/10.70594/>
- Kumar, M. (2023). Foundations of Early Childhood Development and Learning. *Preschool Education and An Integrated Preschool Curriculum*, (2), 10–18. <https://www.wisdompress.co.in/wp-content/uploads/2023/10/Preschool-Education-and-An-Integrated-Preschool-Curriculum.pdf#page=16>
- Mao, F., Huang, F., Zhao, S., & Fang, Q. (2024). Effects of cognitively engaging physical activity interventions on executive function in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1454447>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2024). Estadísticas de educación inicial por provincias. Ministerio de Educación del Ecuador. <https://educacion.gob.ec>
- Seiffer, B., Hautzinger, M., Ulrich, R., & Wolf, S. (2021). The Efficacy of Physical Activity for Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Atten Disord*. 26(5):656–673. doi: 10.1177/10870547211017982
- Wang, J., Yang, Y., Li, L., Xie, T., Yang, K., & Zhuang, J. (2024). Comparative efficacy of physical activity types on executive functions in children and adolescents: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *JASMS*, 27(3), 187–196. <https://www.jsams.org/article/S1440-2440%2823%2900484-X>
- Wu, C., Lin, T., Chiou, G., Lee, C., Luan, H., Tsai, M., Potvin, P., & Tsai, C. (2021). A Systematic Review of MRI Neuroimaging for Education Research. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.617599>
- Wu, G., He, Q., Li, D., Zhang, Z., Miao, J., & Shu, Y. (2024). Comparative Efficacy of Neurofeedback Interventions for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children: A Network Meta-Analysis. *Brain Behav.*, 14(12). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11664034>



- Xu, H., Cheng, X., Wang, T., Wu, S., & Xiong, Y. (2022). Mapping Neuroscience in the Field of Education through a Bibliometric Analysis. *Brain Sciences*, 12(11), 1454. <https://doi.org/10.3390/brain-sci12111454>
- Zhou, X., et al. (2023). Differential features of early childhood motor skill development and working memory processing during early childhood. *Frontiers in Psychology*, 14, 1200935. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10574188>
- Zi, Y., & Geus, E. (2025). Reviewing the association between motor competence and physical activity from a behavioral genetic perspective. *Frontiers in Psychology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1480631>

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

Wilson Alexander Zambrano Vélez	wzambrano@upse.edu.ec	Autor/a
Gertrudis Amarilis Laínez Quinde	alainez@upse.edu.ec	Autor/a
Ana María Uribe Veintimilla	auribe@upse.edu.ec	Autor/a
Freddy Fabian Andrade Saltos	fandrade@upse.edu.ec	Autor/a
Diana Carolina Valdiviezo Haz	dcvh2709@gmail.com	Autor/a