CAPÍTULO 6

Neuroeducación en contextos educativos: una revisión de sus aportes al aprendizaje, la emoción y la cognición

Neuroeducation in educational contexts: a review of its contributions to learning, emotion, and cognition

1 Tania de los Angeles Cevallos Camacho
Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Cultura Física
Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, Ecuador
tania.cevallosc@docentes.educacion.edu.ec
https://orcid.org/0009-0005-8465-8444

2 Gloria Fernanda Zapata Villegas
Magíster en Innovación en Educación
Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, Ecuador
fernandazapata1269@outlook.es
https://orcid.org/0009-0002-6978-9452

3 Diego Andrés Carpio Yanchaguano
Magíster en Gestión Educativa
Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, Ecuador
diego.carpio111@gmail.com
https://orcid.org/0009-0001-2302-3040

4 Favio Enrique Jácome Tipán
Magíster en Educación Secundaria
Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, Ecuador
facjacometipan@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0007-5862-3672

DOI https://doi.org/10.64644/9789907956313_6 RECIBIDO 04/09/2026 | ACEPTADO 16/10/2026

RESUMEN

La neuroeducación constituye un campo interdisciplinario que integra aportes de la neurociencia, la psicología y las ciencias de la educación para comprender los mecanismos que intervienen en el aprendizaje y orientar prácticas pedagógicas fundamentadas en evidencia científica. En los últimos años, el interés por esta perspectiva ha aumentado debido a la necesidad de comprender la relación entre procesos cerebrales, cognitivos y emocionales y su influencia en el desarrollo educativo. El objetivo de esta revisión es analizar los principales aportes de la neuroeducación en contextos educativos, con especial atención a su relación con el aprendizaje, la emoción y la cognición. Se realizó una revisión documental de literatura científica, mediante la búsqueda y selección de artículos académicos, revisiones sistemáticas, libros y documentos especializados publicados en bases de datos científicas. Se consideraron criterios de pertinencia temática, calidad académica, actualidad y contribución al análisis de la relación entre neurociencia y educación. Los principales hallazgos evidencian que procesos como la atención, la memoria, la motivación y las funciones ejecutivas desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje, mientras que las emociones influyen significativamente en la disposición, el compromiso y la consolidación de los conocimientos. Asimismo, la neuroplasticidad destaca la importancia de generar experiencias educativas estimulantes y contextualizadas. Se concluye que la neuroeducación ofrece aportes relevantes para fortalecer la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje; sin embargo, su aplicación requiere una interpretación crítica de la evidencia científica y evitar la incorporación de neuromitos o generalizaciones no sustentadas.

Palabras clave: neuroeducación, aprendizaje, emociones, cognición, neurociencia

ABSTRACT

Neuroeducation constitutes an interdisciplinary field that integrates contributions from neuroscience, psychology, and educational sciences to understand the mechanisms involved in learning and to guide pedagogical practices grounded in scientific evidence. In recent years, interest in this perspective has increased due to the need to understand the relationship between brain, cognitive, and emotional processes and their influence on educational development. The objective of this review is to analyze the main contributions of neuroeducation in educational contexts, with particular attention to its relationship with learning, emotion, and cognition. A documentary review of the scientific literature was conducted through the search and selection of academic articles, systematic reviews, books, and specialized documents published in scientific databases. The selection criteria included thematic relevance, academic quality, currency, and contribution to the analysis of the relationship between neuroscience and education. The main findings indicate that processes such as attention, memory, motivation, and executive functions play a fundamental role in learning, while emotions significantly influence students' readiness, engagement, and knowledge consolidation. Likewise, neuroplasticity highlights the importance of creating stimulating and contextualized educational experiences. It is concluded that neuroeducation offers relevant contributions to strengthening the understanding of teaching and learning processes; however, its application requires a critical interpretation of scientific evidence and the avoidance of incorporating neuromyths or unsupported generalizations.

Keywords: neuroeducation, learning, emotions, cognition, neuroscience

1. Introducción

En las últimas décadas, la comprensión de los procesos educativos ha experimentado una progresiva ampliación de sus perspectivas de análisis. La investigación sobre el funcionamiento cerebral ha permitido reconocer que aprender no constituye exclusivamente un proceso asociado con la adquisición de información, sino un fenómeno complejo en el que convergen mecanismos cognitivos, emocionales, motivacionales y sociales. Dentro de este escenario, la neuroeducación emerge como un ámbito interdisciplinario orientado a establecer vínculos entre los conocimientos procedentes de la neurociencia y los fundamentos de las ciencias de la educación, con el propósito de favorecer una comprensión más amplia de los procesos implicados en la enseñanza y el aprendizaje.

El interés creciente por esta perspectiva responde, en buena medida, a la necesidad de superar aproximaciones educativas que han considerado de manera fragmentada los factores que intervienen en el aprendizaje. La evidencia científica ha puesto de manifiesto la relevancia de procesos como la atención, la memoria, las funciones ejecutivas, la motivación y la regulación emocional en la construcción del conocimiento. No obstante, trasladar los resultados de la investigación neurocientífica al ámbito educativo representa un desafío considerable, debido a las diferencias existentes entre las condiciones experimentales en las que se produce gran parte de la evidencia y la complejidad inherente a los escenarios reales de aprendizaje. Esta situación hace

necesaria una lectura rigurosa de los hallazgos disponibles y una valoración crítica de sus posibilidades de aplicación pedagógica.

A esta problemática se suma la circulación de interpretaciones simplificadas sobre el funcionamiento cerebral que, pese a presentarse como científicas, carecen de suficiente respaldo empírico. La presencia de neuromitos constituye, en este sentido, una preocupación relevante, puesto que puede conducir a prácticas educativas sustentadas en concepciones imprecisas acerca del cerebro y del aprendizaje. En consecuencia, el desarrollo de la neuroeducación demanda no solamente la incorporación de conocimientos neurocientíficos, sino también la capacidad de interpretar sus alcances, limitaciones y condiciones de aplicabilidad desde una perspectiva interdisciplinaria.

La relevancia científica y académica de esta temática radica precisamente en la posibilidad de examinar de manera articulada la interacción entre cognición, emoción y aprendizaje. Desde esta perspectiva, comprender el papel de la neuroplasticidad, los mecanismos atencionales, la memoria, las funciones ejecutivas y los estados emocionales puede contribuir a enriquecer la discusión sobre las condiciones que favorecen experiencias educativas significativas. Sin embargo, tales aportes requieren ser examinados desde una postura crítica que evite establecer relaciones causales o aplicaciones pedagógicas que no hayan sido suficientemente respaldadas por la investigación.

Bajo estas consideraciones, la presente revisión se justifica por la necesidad de sistematizar y analizar críticamente la producción científica relacionada con la neuroeducación, identificando sus principales contribuciones al ámbito educativo, así como los desafíos que acompañan su incorporación en las prácticas pedagógicas. Una aproximación de esta naturaleza permite reconocer tanto las posibilidades que ofrece el diálogo entre neurociencia y educación como las precauciones necesarias para evitar reduccionismos y aplicaciones carentes de fundamento científico.

En correspondencia con lo anterior, el objetivo de esta revisión es analizar los principales aportes de la neuroeducación en contextos educativos, particularmente aquellos relacionados con el aprendizaje, la emoción y la cognición, a partir de la revisión de literatura científica pertinente. Se busca, además, identificar los principales planteamientos que sustentan este campo, sus implicaciones para los procesos educativos y las limitaciones que deben considerarse para una incorporación responsable de la evidencia neurocientífica en la educación.

2. Metodología de la revisión

La presente investigación se desarrolló bajo el enfoque de una revisión integrativa de la literatura, debido a que este método permite recopilar, organizar, analizar y sintetizar conocimientos provenientes de diferentes tipos de estudios relacionados con un fenómeno de interés. A diferencia de una revisión centrada exclusivamente en un determinado diseño metodológico, la revisión integrativa posibilita establecer conexiones entre resultados empíricos, aportes teóricos y perspectivas conceptuales, favoreciendo una comprensión amplia del objeto de estudio.

En este caso, su utilización resulta pertinente para examinar los principales aportes de la neuroeducación en relación con el aprendizaje, la emoción y la cognición, así como sus implicaciones para los contextos educativos. El proceso contempló la definición de una estrategia de búsqueda, la consulta de bases de datos académicas, el establecimiento de criterios de inclusión y exclusión y un procedimiento sistemático para la selección y análisis de las fuentes.

Para fortalecer la transparencia del procedimiento, el proceso documental se organizó en las etapas de identificación, depuración, elegibilidad e inclusión. La descripción de estas etapas permitió establecer la trazabilidad de las fuentes consideradas y documentar el procedimiento mediante el cual se conformó el corpus definitivo de análisis. Asimismo, la estructura del proceso de selección tomó como referencia las recomendaciones de transparencia de PRISMA 2020 (Page et al., 2021), sin modificar el carácter integrativo de la revisión.

2.1. Estrategia de búsqueda documental

La estrategia de búsqueda se estructuró a partir de los conceptos centrales derivados del objetivo de la revisión, con el propósito de identificar, recuperar y analizar publicaciones científicas relacionadas con la neuroeducación y su vinculación con los procesos de aprendizaje, cognición, emoción y desarrollo de las funciones neurocognitivas. Se emplearon términos en español e inglés, considerando la necesidad de ampliar la recuperación de literatura científica internacional y regional.

Entre las principales palabras clave se consideraron:

- Neuroeducación / Neuroeducation.
- Neurociencia / Neuroscience.
- Aprendizaje / Learning.
- Cognición / Cognition.
- Emoción / Emotion.
- Educación / Education.
- Neurociencia educativa / Educational neuroscience.
- Neuroplasticidad / Neuroplasticity.
- Funciones ejecutivas / Executive functions.
- Motivación / Motivation.

Los descriptores fueron combinados mediante los operadores booleanos AND y OR para favorecer una recuperación amplia y pertinente de literatura. Entre las combinaciones conceptuales consideradas se incluyeron *"neuroeducation" OR "educational neuroscience" AND "learning"*, *"cognition" OR "emotion"* y *"neuroscience" AND "education" AND "neuroplasticity"*, así como *"executive functions" OR "motivation"*. Estas expresiones se adaptaron al español y a las características de búsqueda de cada plataforma, procurando mantener la correspondencia entre los descriptores, el objeto de estudio y los criterios de selección documental.

La búsqueda documental comprendió el período 2020–2026, incorporando de manera complementaria publicaciones anteriores cuando resultaron necesarias para fundamentar referentes teóricos y conceptuales relevantes para la evolución de la neuroeducación. Esta decisión metodológica permitió considerar aportes fundamentales relacionados con la neuroplasticidad, la memoria, la emoción y el aprendizaje, cuya relevancia conceptual trasciende los límites cronológicos establecidos para la búsqueda principal.

La delimitación temporal se aplicó de manera preferente a las publicaciones recientes, sin excluir automáticamente los antecedentes teóricos pertinentes. La selección final se fundamentó en la correspondencia temática, la calidad y verificabilidad de la información científica, así como en la contribución de cada estudio a los objetivos de la revisión. Como resultado del proceso de actualización y revisión del corpus documental, el conjunto definitivo quedó conformado por dieciséis estudios científicos, los cuales constituyeron la base documental para el análisis y la síntesis integrativa.

2.2. Bases de datos consultadas

Para favorecer la diversidad, pertinencia y calidad de la información recuperada, se consultaron bases de datos y plataformas académicas especializadas, entre ellas:

- Scopus.
- Web of Science.
- PubMed.
- ERIC.
- SciELO.
- Redalyc.
- Dialnet.

La selección de estas fuentes respondió a su relevancia para la recuperación de investigaciones vinculadas con la neurociencia, la educación, la psicología, el aprendizaje y los procesos cognitivos. Asimismo, la consulta de bases de datos internacionales y regionales permitió considerar aportes procedentes de distintos contextos académicos, lingüísticos y educativos.

La búsqueda se orientó a la identificación de publicaciones científicas indexadas o académicamente verificables. Posteriormente, las referencias potencialmente pertinentes fueron contrastadas mediante sus registros bibliográficos, DOI u otros identificadores disponibles, así como mediante la revisión de la información científica necesaria para establecer su correspondencia con el objeto de estudio.

Con el propósito de fortalecer la trazabilidad de la revisión, se consideró necesario distinguir entre los registros recuperados inicialmente, las referencias duplicadas, los documentos examinados durante la evaluación de pertinencia y los estudios finalmente incorporados al corpus. Esta diferenciación permite evitar que el número de publicaciones seleccionadas se confunda con

el total de resultados obtenidos en las bases de datos y facilita la reconstrucción del procedimiento de búsqueda y selección documental.

2.3. Criterios de inclusión

Con el propósito de asegurar la pertinencia temática, la consistencia científica y la utilidad analítica de la documentación seleccionada, se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Publicaciones académicas relacionadas directamente con la neuroeducación, la neurociencia educativa, el aprendizaje, la emoción o la cognición.
- Artículos publicados en revistas científicas indexadas o en fuentes académicas cuya procedencia pudiera verificarse.
- Publicaciones correspondientes, preferentemente, al período 2020–2026, con incorporación justificada de antecedentes teóricos relevantes.
- Documentos disponibles en español o inglés.
- Investigaciones que presentaran información suficiente para identificar sus objetivos, enfoque metodológico y principales resultados.
- Revisiones sistemáticas, revisiones integrativas, estudios empíricos, metanálisis y aportes teóricos pertinentes al objetivo de la investigación.
- Documentos que aportaran evidencia relevante para comprender las relaciones entre los procesos neurocognitivos, emocionales y educativos.
- Publicaciones cuyo texto completo o registro científico permitiera verificar su autoría, año, fuente editorial, objetivo, metodología y principales resultados.
- Estudios que contribuyeran a explicar los procesos de aprendizaje, cognición, emoción, neuroplasticidad y funciones ejecutivas, así como sus implicaciones para la práctica educativa.
- Publicaciones que presentaran DOI u otro identificador bibliográfico verificable, cuando estuviera disponible.

La aplicación de estos criterios se realizó atendiendo a la pertinencia sustantiva de cada documento y a su contribución al problema de investigación, evitando que la selección dependiera exclusivamente de la coincidencia de palabras clave o de la fecha de publicación.

2.4. Criterios de exclusión

En correspondencia con los criterios de inclusión, se establecieron las siguientes condiciones de exclusión:

- Documentos duplicados recuperados en diferentes bases de datos o plataformas académicas.
- Publicaciones sin relación directa con el objeto de estudio.

- Literatura de carácter no académico o sin respaldo científico verificable.
- Documentos cuyo texto completo no pudiera consultarse cuando su revisión resultara indispensable para determinar la pertinencia y la calidad de la evidencia.
- Estudios que no proporcionaran información suficiente sobre sus objetivos, procedimientos metodológicos o resultados.
- Publicaciones centradas exclusivamente en aspectos clínicos o neurológicos que no establecieran una relación pertinente con el ámbito educativo.
- Documentos que presentaran afirmaciones sobre el aprendizaje y el funcionamiento cerebral sin fundamentación científica suficiente.
- Publicaciones cuya procedencia bibliográfica no pudiera verificarse o cuya información resultara insuficiente para sustentar el análisis.
- Documentos cuyo contenido no presentara una relación sustantiva con los procesos de aprendizaje, cognición, emoción, neuroplasticidad, funciones ejecutivas o aplicaciones educativas de la neurociencia.

Estos criterios se utilizaron como parámetros de depuración y evaluación de la evidencia, de modo que la exclusión de un documento respondiera a una razón identificable y metodológicamente justificable. La eliminación de duplicados se distinguió de la exclusión por falta de pertinencia, insuficiencia metodológica o ausencia de información verificable, dado que se trata de situaciones diferentes dentro del proceso de selección documental.

2.5. Procedimiento de identificación, depuración y selección documental

El procedimiento de selección documental se organizó en cuatro etapas: identificación, depuración, elegibilidad e inclusión. Esta secuencia permitió estructurar el proceso de revisión y diferenciar las referencias recuperadas inicialmente de los documentos evaluados y de los estudios que finalmente conformaron el corpus de análisis.

Primera etapa: identificación. Se efectuaron las búsquedas en las bases de datos y plataformas académicas seleccionadas mediante la aplicación de los descriptores en español e inglés y sus respectivas combinaciones booleanas. En esta fase se identificaron los registros bibliográficos potencialmente relacionados con el objetivo de la revisión. El número total de registros identificados por cada base de datos debe consignarse a partir de los resultados originales de búsqueda, evitando atribuir cifras que no hayan sido documentadas.

Segunda etapa: depuración. Los registros recuperados se sometieron a una revisión bibliográfica preliminar para identificar coincidencias entre referencias, verificar los datos de autoría, año y fuente editorial, y reconocer posibles duplicados. Asimismo, se realizó una primera valoración de los títulos y resúmenes para determinar su relación con los ejes temáticos de la investigación. En esta fase deben diferenciarse los registros duplicados eliminados de aquellos descartados por falta de correspondencia temática, siempre que estos últimos hayan sido efectivamente excluidos durante la revisión preliminar.

Tercera etapa: elegibilidad. Los documentos que superaron la depuración inicial fueron examinados con mayor profundidad mediante la revisión de los resúmenes y, cuando estuvo disponible y resultó necesario, del texto completo. La valoración se realizó conforme a los criterios de inclusión y exclusión establecidos previamente, considerando la pertinencia temática, la claridad de los objetivos, la suficiencia de la información metodológica, la verificabilidad de las fuentes y la contribución de cada estudio a la comprensión de la relación entre neurociencia y educación. Los documentos excluidos en esta etapa deben registrarse de acuerdo con su motivo principal de exclusión, sin contabilizar nuevamente los duplicados previamente eliminados.

Cuarta etapa: inclusión. Una vez concluida la evaluación de elegibilidad, se conformó el corpus documental definitivo. Como resultado de la actualización de la selección bibliográfica, se incorporaron dieciséis estudios científicos al análisis final, en sustitución del corpus inicialmente descrito de diez publicaciones. Estos estudios fueron considerados pertinentes para la síntesis integrativa por su relación con los ejes de neuroeducación, aprendizaje, cognición, emoción, neuroplasticidad, funciones ejecutivas y aplicaciones educativas de la neurociencia.

En consecuencia, el corpus definitivo quedó constituido por dieciséis estudios. Esta cifra corresponde al conjunto final de documentos seleccionados para el análisis y no debe interpretarse como el total de registros identificados en las bases de datos. Para completar la trazabilidad metodológica, es necesario consignar, a partir de los registros de búsqueda, el número de referencias inicialmente recuperadas, los duplicados eliminados, los documentos examinados, los textos completos evaluados y las exclusiones efectuadas en cada etapa.

La presentación diferenciada de estas cantidades permitirá documentar de forma transparente el flujo de selección y justificar la composición final del corpus, fortaleciendo la reproducibilidad y el rigor metodológico de la revisión (véase la Tabla 1).

Tabla 1

Proceso de identificación y selección del corpus documental

Etapa	Procedimiento	n
Identificación	Publicaciones potencialmente pertinentes identificadas	16
Depuración	Registros duplicados dentro del corpus proporcionado	0
Selección	Publicaciones evaluadas por título y resumen	16
Exclusión inicial	Publicaciones excluidas por falta de pertinencia	0
Elegibilidad	Textos/documentos evaluados para inclusión	16
Exclusión por criterios de calidad o pertinencia	Documentos excluidos	0
Inclusión	Documentos incorporados a la revisión integrativa	16

Nota. La tabla representa la reconstrucción del proceso de selección a partir del corpus bibliográfico proporcionado para el estudio. Las cifras no representan un registro histórico de resultados individuales obtenidos en cada base de datos. Elaboración propia.

2.6. Evaluación de la calidad de las fuentes

Con el propósito de fortalecer la rigurosidad de la revisión, las publicaciones seleccionadas fueron sometidas a una valoración de calidad documental y metodológica. La evaluación consideró la correspondencia entre objetivo, diseño, procedimiento y resultados, así como la claridad de la metodología, la suficiencia de la información reportada, la consistencia de los resultados y la pertinencia de las conclusiones respecto del objetivo del estudio.

Debido a la diversidad de diseños incluidos, la valoración se realizó atendiendo a la naturaleza de cada publicación. En las revisiones sistemáticas y metanálisis se consideraron la claridad de la pregunta u objetivo, la estrategia de búsqueda, los criterios de selección, la descripción de los estudios incluidos, los procedimientos de análisis y las limitaciones reconocidas por los autores. En los artículos de revisión se valoraron la fundamentación científica, la coherencia de la síntesis, la actualidad de las fuentes y la relación entre los argumentos desarrollados y el objeto de estudio.

La valoración de calidad permitió determinar que las diez publicaciones seleccionadas presentaban información bibliográfica verificable y una relación directa con los ejes temáticos de la investigación. Se otorgó especial atención a estudios de síntesis y metanálisis, debido a su capacidad para integrar resultados procedentes de múltiples investigaciones. No obstante, sus resultados fueron interpretados considerando las limitaciones y características metodológicas señaladas por sus respectivos autores.

2.7. Extracción y organización de la información

La información de las dieciséis publicaciones incluidas se organizó mediante una matriz de extracción documental. Para cada estudio se registraron autoría, año de publicación, título, revista, DOI, tipo de estudio, objetivo, población o unidad de análisis, principales variables o categorías, resultados relevantes y aportes relacionados con la neuroeducación.

Posteriormente, la evidencia se agrupó en categorías temáticas relacionadas con los principales componentes del objeto de estudio: neuroplasticidad, funciones ejecutivas, emoción, aprendizaje, cognición, aprendizaje socioemocional, neuroeducación y neuromitos educativos. Esta organización permitió establecer relaciones conceptuales entre los diferentes estudios y facilitar la síntesis transversal de sus principales aportes.

2.8. Análisis e integración de la evidencia

El análisis se desarrolló mediante una síntesis narrativa y temática. Los resultados fueron comparados de acuerdo con el tipo de publicación, población o unidad de análisis, enfoque metodológico y categoría temática. Se identificaron convergencias y diferencias entre los estudios y posteriormente se integraron los hallazgos para establecer una interpretación global de la relación entre neurociencia, procesos cognitivos, emociones y aprendizaje.

La interpretación se realizó considerando el alcance de cada diseño de investigación. En consecuencia, no se establecieron relaciones causales a partir de estudios cuyo diseño no

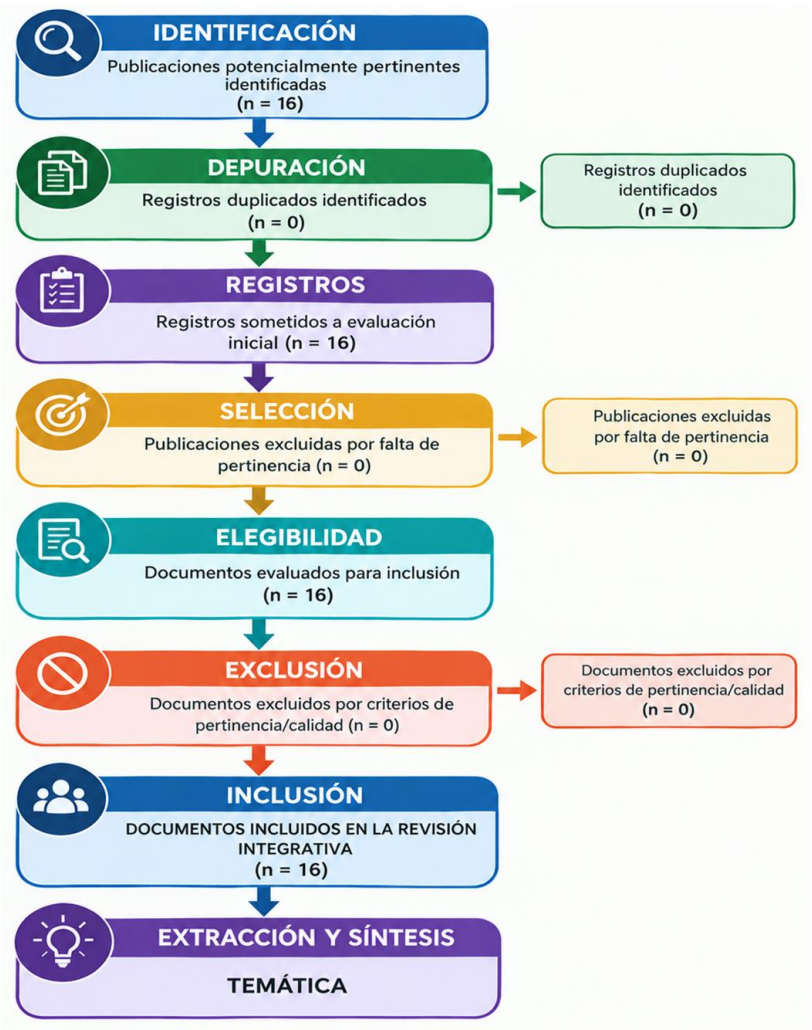
permitiera sustentarlas y se consideraron las limitaciones metodológicas señaladas en las publicaciones originales.

2.9. Diagrama de flujo del proceso de selección documental

El proceso de selección documental se representó mediante un diagrama de flujo que sintetiza las etapas de identificación, depuración, selección, evaluación e inclusión de las publicaciones. Debido a que no se conservaron los registros históricos de las búsquedas individuales realizadas en cada base de datos, el diagrama representa de manera explícita la reconstrucción del corpus documental a partir de las dieciséis referencias verificables proporcionadas para la investigación (véase la Figura 1).

Figura 1

Diagrama de flujo de identificación, selección y conformación del corpus documental



Nota. La representación del flujo se utiliza para transparentar la depuración del corpus disponible y no pretende reconstruir retrospectivamente cantidades de registros recuperados en cada base de datos que no hayan quedado documentadas. Elaboración propia a partir del corpus documental proporcionado.

3. Desarrollo de la revisión

3.1. Neuroeducación: fundamentos, evolución y tendencias actuales de investigación

La neuroeducación se ha consolidado progresivamente como un ámbito interdisciplinario orientado a establecer relaciones entre los conocimientos derivados de la neurociencia, la psicología y las ciencias de la educación. Su interés fundamental radica en comprender los procesos que intervienen en el aprendizaje y, a partir de dicha comprensión, analizar de qué manera la evidencia científica puede contribuir a enriquecer las prácticas pedagógicas. En este sentido, la neuroeducación no debería entenderse como una disciplina destinada a sustituir los fundamentos pedagógicos, sino como un espacio de diálogo entre diferentes campos del conocimiento que permita interpretar el aprendizaje desde una perspectiva biológica, cognitiva, emocional y educativa (Pradeep et al., 2024).

Una de las líneas de investigación que ha adquirido particular relevancia es el estudio de la neuroplasticidad, entendida como la capacidad del sistema nervioso para modificar determinadas características estructurales y funcionales en respuesta a la experiencia. Esta propiedad resulta especialmente significativa durante la infancia y la adolescencia, etapas en las que el cerebro presenta una elevada capacidad de adaptación. En esta línea, Tymofiyeva y Gaschler (2021), mediante una revisión sistemática de 71 estudios de neuroimagen realizados con niños y adolescentes, identificaron cambios en activación cerebral, estructura, microestructura y conectividad en el 87 % de las investigaciones; sin embargo, solamente el 48 % incorporó una condición de control, lo que limita la posibilidad de atribuir causalmente tales modificaciones a las intervenciones examinadas.

La evidencia disponible permite sostener que las experiencias de aprendizaje pueden relacionarse con modificaciones en el funcionamiento cerebral, aunque esta afirmación debe interpretarse con cautela. En este sentido, Weyandt et al. (2020), mediante una revisión sistemática de 28 estudios que emplearon siete modalidades de neuroimagen, encontraron resultados compatibles con cambios neuroplásticos asociados a intervenciones cognitivas y sensoriomotoras, pero señalaron una importante heterogeneidad entre estudios y dificultades para establecer con precisión la naturaleza causal de dichos cambios. La comparación entre ambas revisiones resulta particularmente relevante: mientras Tymofiyeva y Gaschler aportan evidencia amplia sobre cambios neurales asociados con diferentes tipos de entrenamiento, Weyandt et al. muestran que la heterogeneidad de las intervenciones y de las técnicas de medición impide traducir automáticamente dichos hallazgos en recomendaciones educativas generalizables. Por consiguiente, la convergencia entre ambos trabajos se encuentra en el reconocimiento de la plasticidad dependiente de la experiencia, mientras que la principal divergencia reside en el alcance interpretativo que puede atribuirse a los cambios observados.

A partir de esta consideración, una de las tendencias más relevantes de la investigación contemporánea consiste en fortalecer los mecanismos de transferencia entre la investigación neurocientífica y la práctica educativa. Por otro lado, Pradeep et al. (2024) señalan que el desarrollo de la neuroeducación requiere comprender las dinámicas neuronales implicadas en el aprendizaje

y establecer conexiones responsables con los procesos de enseñanza. En consecuencia, la evidencia revisada permite identificar una transición conceptual desde una aproximación centrada exclusivamente en la descripción de mecanismos cerebrales hacia una perspectiva de integración entre neurociencia, psicología del aprendizaje y pedagogía.

En paralelo, la investigación ha otorgado creciente atención a los neuromitos, debido a que determinadas interpretaciones simplificadas del funcionamiento cerebral pueden incorporarse a los discursos educativos sin suficiente respaldo empírico. La revisión sistemática realizada por Torrijos-Muelas et al. (2021) mostró que estas creencias persisten entre docentes y futuros docentes, pese al aumento del interés por la neurociencia aplicada a la educación. Esta evidencia introduce una tensión relevante dentro del campo: el crecimiento del conocimiento neurocientífico no se corresponde necesariamente con una transferencia rigurosa de dicho conocimiento hacia las prácticas educativas.

La problemática continúa siendo relevante en la actualidad. Por esta razón, Rousseau (2024) señala que los neuromitos todavía representan una dificultad para la transferencia adecuada del conocimiento neurocientífico hacia la educación y revisa diferentes estrategias de formación profesional dirigidas a docentes en ejercicio, entre ellas textos de refutación, formación básica en neurociencia, reflexión sobre conceptos como la plasticidad cerebral y experiencias de contacto con grupos de investigación. La coincidencia entre Torrijos-Muelas et al. (2021) y Rousseau (2024) permite interpretar la alfabetización neurocientífica docente no como un componente accesorio, sino como un mecanismo de mediación entre la producción científica y su utilización pedagógica. No obstante, Rousseau desplaza el foco desde la identificación del problema hacia las estrategias de formación profesional que podrían contribuir a reducirlo.

En consecuencia, las tendencias actuales de la neuroeducación parecen orientarse menos hacia la búsqueda de metodologías pedagógicas denominadas simplemente “neuro” y más hacia la construcción de puentes metodológicamente rigurosos entre investigación cerebral, psicología del aprendizaje y práctica educativa. Desde una perspectiva comparativa, los estudios revisados convergen en tres elementos: la existencia de plasticidad dependiente de la experiencia, la necesidad de interpretar los resultados neurocientíficos dentro de sus condiciones metodológicas y la importancia de mejorar la alfabetización científica del profesorado. Las divergencias se relacionan principalmente con el tipo de evidencia empleada y con el grado de transferencia que puede establecerse entre los resultados experimentales y las decisiones pedagógicas.

En términos educativos, estas tendencias poseen implicaciones diferenciadas. En educación inicial y primaria, la evidencia puede contribuir a fundamentar experiencias de aprendizaje variadas, activas y ajustadas al desarrollo, sin asumir que una determinada actividad produce por sí misma cambios cerebrales específicos. En educación secundaria, puede favorecer una mayor comprensión de procesos relacionados con autorregulación, aprendizaje y desarrollo adolescente. En la formación docente, adquiere especial importancia el desarrollo de competencias para interpretar críticamente investigaciones neurocientíficas y distinguir evidencia empírica de neuromitos (véase la Tabla 2).

Tabla 2

Síntesis comparativa de las principales evidencias sobre neuroeducación y neuroplasticidad

Estudio	Diseño/aporte	Hallazgo principal	Coincidencia	Limitación o divergencia	Implicación educativa
Tymofiyeva y Gaschler (2021)	Revisión sistemática de estudios de neuroimagen (71 estudios).	El 87 % de los estudios reportó cambios neurales asociados con diferentes experiencias de entrenamiento.	Evidencia de plasticidad neural vinculada con la experiencia y el aprendizaje.	Solo el 48 % de los estudios incorporó una condición de control, lo que limita las inferencias causales.	Justifica considerar la influencia de las experiencias de aprendizaje sobre el desarrollo neural, evitando interpretaciones causales simplistas.
Weyandt et al. (2020)	Revisión sistemática de 28 estudios sobre intervenciones cognitivas y sensoriomotoras.	Se identificó evidencia de cambios relacionados con la neuroplasticidad después de determinadas intervenciones.	Coincide en reconocer que las experiencias e intervenciones pueden asociarse con modificaciones neurobiológicas.	Se observó elevada heterogeneidad en diseños, muestras e intervenciones.	Recomienda cautela al extrapolar resultados neurobiológicos experimentales a contextos educativos reales.
Torrijos-Muelas et al. (2021)	Revisión sistemática centrada en neuromitos y conocimientos neurocientíficos en educación.	Se evidenció la persistencia de neuromitos en diferentes contextos educativos.	Destaca la necesidad de fundamentar las prácticas educativas en evidencia científica.	Variabilidad en instrumentos, poblaciones y procedimientos de evaluación.	Plantea fortalecer la alfabetización científica y neuroeducativa del profesorado para favorecer decisiones pedagógicas fundamentadas.
Rousseau (2024)	Revisión de intervenciones orientadas a la formación docente en neurociencia.	Se identificaron estrategias formativas destinadas a reducir la presencia de neuromitos.	Coincide en la importancia de la formación científica para mejorar la interpretación de la evidencia neuroeducativa.	La evidencia sobre la eficacia de las diferentes modalidades formativas es heterogénea.	Sugiere incorporar alfabetización neurocientífica y pensamiento crítico en los programas de desarrollo profesional docente.

Nota. Elaboración propia a partir de los estudios revisados.

3.2. Procesos cognitivos implicados en el aprendizaje: atención, memoria y funciones ejecutivas

El aprendizaje académico constituye un proceso complejo en el que intervienen diferentes mecanismos cognitivos que permiten seleccionar información, mantenerla activa, relacionarla con conocimientos previos, inhibir respuestas irrelevantes y orientar la conducta hacia determinados objetivos. Entre estos mecanismos, las funciones ejecutivas ocupan un lugar destacado debido a su participación en actividades que demandan planificación, control cognitivo, resolución de problemas y adaptación de estrategias. Desde esta perspectiva, comprender los procesos cognitivos

asociados al aprendizaje constituye uno de los principales puntos de convergencia entre neurociencia, psicología cognitiva y educación.

La memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva representan componentes centrales de las funciones ejecutivas. Su participación en el desempeño académico ha sido examinada mediante estudios de síntesis que permiten superar las conclusiones derivadas de investigaciones individuales. Desde otro aporte académico, Spiegel et al. (2021), mediante un metanálisis que integró 299 estudios y 65.605 niños en edad escolar, encontraron asociaciones significativas entre diferentes componentes de las funciones ejecutivas y resultados relacionados con lectura, matemáticas y lenguaje.

La memoria de trabajo presentó asociaciones moderadas y relativamente consistentes con estos resultados académicos, mientras que las relaciones correspondientes al control inhibitorio y la flexibilidad mostraron mayor variabilidad según el dominio académico estudiado. Por otro lado, Vernucci et al. (2023) examinaron los efectos del entrenamiento de la memoria de trabajo sobre las capacidades cognitivas y el desempeño académico en escolares con desarrollo típico, contribuyendo al análisis de sus alcances y de la relación entre entrenamiento cognitivo y aprendizaje.

La magnitud de esta evidencia permite establecer una comparación relevante con la literatura previa: la memoria de trabajo aparece como el componente ejecutivo con relaciones más consistentes con distintos dominios académicos, mientras que la contribución del control inhibitorio y del cambio o flexibilidad cognitiva depende en mayor medida de la habilidad curricular examinada. Por tanto, los estudios convergen en reconocer la importancia de las funciones ejecutivas, pero divergen en la intensidad y estabilidad de sus asociaciones con los diferentes resultados escolares.

Estos resultados permiten comprender que el rendimiento escolar no depende exclusivamente de la cantidad de conocimientos adquiridos. La capacidad para mantener información temporalmente, controlar respuestas automáticas, cambiar de estrategia y mantener una meta durante la resolución de una tarea también interviene en la actividad académica. En consecuencia, las funciones ejecutivas pueden considerarse recursos cognitivos transversales que contribuyen a organizar la conducta orientada hacia el aprendizaje, aunque su relación con el desempeño varía de acuerdo con la edad, la tarea y el dominio curricular (Spiegel et al., 2021).

La memoria de trabajo merece particular atención debido a su relación con la manipulación activa de información durante actividades cognitivamente exigentes. Sin embargo, la literatura también advierte que los efectos derivados del entrenamiento cognitivo no necesariamente se generalizan de manera amplia hacia capacidades no entrenadas.

Una revisión sistemática y metanálisis sobre entrenamiento de actualización de la memoria de trabajo encontró resultados favorables tanto en determinados indicadores cognitivos como neuronales, pero el debate sobre la transferencia hacia habilidades diferentes de las entrenadas continúa siendo relevante (Pappa et al., 2020). De manera específica, Pappa et al. (2020) encontraron mejoras particularmente claras en tareas entrenadas y efectos de transferencia cercana, pero no evidencia suficiente de transferencia lejana hacia dominios cognitivos generales.

Esta conclusión complementa la evidencia de Spiegel et al. (2021): la relación entre funciones ejecutivas y rendimiento académico no implica que el entrenamiento aislado de una función produzca automáticamente mejoras generalizadas en todas las áreas escolares.

Esta evidencia tiene implicaciones importantes para la educación. Si bien el fortalecimiento de determinadas habilidades cognitivas puede constituir un objetivo pedagógico pertinente, no resulta metodológicamente adecuado asumir que cualquier actividad diseñada para "entrenar el cerebro" generará mejoras generales en el rendimiento escolar. La transferencia del aprendizaje depende de múltiples factores y requiere analizar las características específicas de la intervención, las habilidades evaluadas y la distancia entre la tarea de entrenamiento y el resultado educativo esperado.

Desde una perspectiva neuroeducativa, por tanto, el estudio de la atención, la memoria y las funciones ejecutivas puede contribuir al diseño de experiencias de aprendizaje que exijan participación cognitiva activa. Actividades de resolución de problemas, planificación, recuperación de información, comparación, argumentación y reflexión sobre las propias estrategias pueden generar oportunidades para movilizar diferentes procesos ejecutivos. No obstante, su incorporación debe fundamentarse en objetivos curriculares concretos y no únicamente en la utilización de terminología neurocientífica.

Asimismo, la evidencia sobre neuroplasticidad sugiere que las experiencias repetidas pueden relacionarse con modificaciones en determinados indicadores cerebrales, especialmente durante etapas tempranas del desarrollo. Además, Tymofiyeva y Gaschler (2021) identificaron cambios asociados al entrenamiento en una proporción importante de los estudios revisados, pero también destacaron la heterogeneidad de las intervenciones y las limitaciones de numerosos diseños. Por ello, el vínculo entre práctica educativa, cambio cognitivo y modificación neural debe entenderse como una relación compleja y condicionada por múltiples variables.

Las implicaciones prácticas también varían según el nivel educativo. En educación primaria, la evidencia respalda la incorporación sistemática de tareas que impliquen memoria de trabajo, resolución de problemas, planificación y autorregulación dentro de actividades curriculares auténticas. En secundaria, estas funciones pueden integrarse mediante proyectos, argumentación, resolución de problemas complejos y actividades metacognitivas. En educación superior y formación profesional, el énfasis puede desplazarse hacia la planificación autónoma, la gestión de información y la toma estratégica de decisiones. En todos los niveles, la evidencia desaconseja utilizar ejercicios cognitivos descontextualizados como sustitutos del aprendizaje curricular (véase la Tabla 3).

Tabla 3

Comparación de evidencias sobre procesos cognitivos y funciones ejecutivas

Muestra/evidencia	Resultado central	Convergencia	Divergencia o límite	Aplicación pedagógica
Revisión sistemática y metanálisis de 299 estudios; 65.605 escolares.	Se identificaron relaciones significativas entre las funciones ejecutivas y el desempeño en lectura, matemáticas y lenguaje.	Evidencia de la importancia transversal de las funciones ejecutivas para el aprendizaje académico.	La magnitud de las asociaciones varió según el componente ejecutivo y el dominio académico analizado.	Integrar planificación, memoria de trabajo y control cognitivo en actividades y tareas curriculares.
Revisión sistemática y metanálisis sobre entrenamiento cognitivo.	Se observaron mejoras principalmente en las tareas entrenadas y en medidas de transferencia cercana.	Evidencia de beneficios asociados con intervenciones cognitivas específicas.	No existe evidencia suficiente para sostener una transferencia amplia o lejana hacia capacidades cognitivas generales.	Evitar promesas de mejora cognitiva general y vincular el entrenamiento con objetivos educativos concretos.
71 estudios de neuroimagen.	Se identificaron cambios neurales asociados con diferentes experiencias de entrenamiento.	La experiencia y la práctica pueden relacionarse con procesos de plasticidad neural.	Limitaciones en las condiciones de control y elevada heterogeneidad metodológica restringen las inferencias causales.	Considerar la práctica sostenida dentro de experiencias educativas contextualizadas, sin atribuir causalidad directa a cambios neurales.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura revisada.

En síntesis, la evidencia revisada respalda la importancia de los procesos ejecutivos para el aprendizaje, pero también invita a evitar interpretaciones reduccionistas. La atención, la memoria y las funciones ejecutivas no funcionan de manera aislada; interactúan con las emociones, la motivación, los conocimientos previos y las características del contexto. Esta interdependencia constituye un argumento central para comprender el aprendizaje desde una perspectiva neuroeducativa integral.

3.3. Emoción, motivación y aprendizaje: interacción entre cognición y afectividad

La investigación educativa contemporánea ha cuestionado progresivamente la separación rígida entre cognición y emoción. Aprender implica no solamente procesar información, sino también interpretar las demandas de una tarea, valorar las propias posibilidades de éxito, experimentar determinados estados afectivos y regular el esfuerzo necesario para alcanzar objetivos. Desde esta perspectiva, las emociones constituyen una dimensión relevante de los procesos de aprendizaje y deben analizarse en relación con la motivación, la autorregulación y las características del entorno educativo.

En otro aporte científico, Zheng et al. (2023) realizaron una revisión crítica y metanálisis sobre las relaciones entre emociones académicas y aprendizaje autorregulado, integrando 23 estudios empíricos. Sus resultados muestran que las emociones pueden desempeñar funciones diferenciadas

dentro de los procesos de autorregulación y que su influencia no puede reducirse a una división simple entre emociones “positivas” y “negativas”. Los autores plantean que las emociones pueden actuar como antecedentes y componentes de los procesos mediante los cuales los estudiantes planifican, supervisan y ajustan su comportamiento durante el aprendizaje.

Este hallazgo complementa la evidencia cognitiva expuesta anteriormente, pues muestra que la autorregulación no puede explicarse exclusivamente mediante funciones ejecutivas. Mientras Spiegel et al. (2021) documentan relaciones entre procesos ejecutivos y resultados académicos, Zheng et al. (2023) evidencian que las experiencias emocionales participan en la manera en que los estudiantes regulan su actividad. La convergencia entre ambos trabajos favorece, por tanto, un modelo integrado en el que cognición y afectividad se consideran dimensiones interdependientes del aprendizaje.

Esta perspectiva resulta especialmente relevante porque permite comprender que una emoción determinada no produce necesariamente el mismo efecto en todas las situaciones. La ansiedad, por ejemplo, puede interferir con determinados procesos cognitivos cuando alcanza niveles elevados, mientras que otras formas de activación emocional pueden contribuir a mantener la atención o el esfuerzo. Del mismo modo, el disfrute y el interés pueden favorecer la implicación, aunque sus efectos dependen de la tarea, las características individuales y el contexto. Por esta razón, una interpretación científicamente rigurosa debe considerar la función de la emoción dentro de una situación concreta, en lugar de atribuir efectos universales a determinadas categorías emocionales (Zheng et al., 2023).

La relación entre dimensión emocional y resultados educativos también ha sido examinada mediante investigaciones de mayor escala. En este sentido, Cipriano et al. (2023), en una revisión sistemática y metanálisis de 424 estudios procedentes de 53 países, correspondientes a 252 intervenciones y 575.361 estudiantes, encontraron que las intervenciones universales de aprendizaje socioemocional se asociaron con mejoras en competencias, actitudes, comportamientos, relaciones entre pares, funcionamiento escolar y rendimiento académico. La amplitud de esta evidencia contrasta con estudios de menor escala y permite identificar una convergencia internacional considerable respecto de la relevancia del aprendizaje socioemocional; sin embargo, la heterogeneidad de programas y contextos impide asumir que todos los componentes produzcan efectos equivalentes.

La evidencia más reciente refuerza la relevancia de las emociones académicas. Es así como Xie et al. (2025) realizaron un metanálisis de tres niveles basado en investigaciones desarrolladas entre 2000 y 2024, incluyendo 120 estudios. Los autores encontraron asociaciones significativas entre emociones académicas positivas y rendimiento ($k = 76$; $N = 43.551$; $r = .24$; IC 95 % [.20, .27]) y entre emociones negativas y resultados de aprendizaje ($k = 78$; $N = 44.029$; $r = −.25$; IC 95 % [−.28, −.21]). Estos hallazgos aportan evidencia cuantitativa relevante, aunque no deben interpretarse como prueba de que las emociones por sí solas determinan el éxito académico, debido a la influencia simultánea de factores personales, pedagógicos y contextuales.

La comparación entre Cipriano et al. (2023), Zheng et al. (2023) y Xie et al. (2025) permite identificar una tendencia convergente: las variables socioemocionales se relacionan con la

participación, la autorregulación y diversos resultados educativos. No obstante, los tres trabajos operan en niveles analíticos diferentes: Cipriano et al. estudian intervenciones escolares, Zheng et al. examinan mecanismos emocionales asociados con autorregulación y Xie et al. sintetizan relaciones entre emociones académicas y resultados de aprendizaje. Por ello, sus resultados son complementarios, pero no intercambiables.

Desde el punto de vista educativo, estos resultados sugieren que la construcción de ambientes emocionalmente favorables puede formar parte de una estrategia más amplia de apoyo al aprendizaje. La seguridad, el sentido de pertenencia, la motivación y la posibilidad de desarrollar estrategias de autorregulación pueden favorecer la participación del estudiante. Sin embargo, el objetivo no debería consistir en mantener permanentemente emociones positivas, sino en proporcionar herramientas para reconocer, comprender y regular diferentes experiencias afectivas asociadas con las demandas escolares.

En educación inicial y primaria, las implicaciones se relacionan con la creación de ambientes seguros, relaciones positivas y enseñanza explícita de estrategias básicas de autorregulación. En secundaria, adquieren mayor relevancia la gestión de emociones académicas, la motivación y la autonomía ante tareas de creciente complejidad. En educación superior, el desarrollo de estrategias para gestionar frustración, presión académica y autorregulación puede contribuir a sostener la persistencia y la autonomía. Estas implicaciones deben entenderse como orientaciones compatibles con la evidencia revisada, no como efectos automáticos de determinadas prácticas.

En suma, la literatura revisada respalda una concepción integrada del aprendizaje en la que los procesos cognitivos y emocionales se encuentran estrechamente relacionados. Esta aproximación permite superar la falsa dicotomía entre “aprender” y “sentir” y plantea la necesidad de diseñar experiencias educativas que atiendan tanto las demandas intelectuales como las condiciones emocionales y motivacionales que acompañan al aprendizaje (véase la Tabla 4).

Tabla 4

Síntesis comparativa de la evidencia sobre emoción, motivación y aprendizaje

Estudio	Alcance	Hallazgo principal	Convergencia	Diferencia principal	Implicación educativa
Zheng et al. (2023)	Revisión de 23 estudios.	Las emociones se relacionan con procesos de aprendizaje autorregulado.	Evidencia de una interacción dinámica entre emoción y cognición durante el aprendizaje.	Se centra principalmente en los mecanismos vinculados con la autorregulación.	Incorporar estrategias de reconocimiento, expresión y regulación emocional en los procesos de aprendizaje.
Cipriano et al. (2023)	Revisión de 424 estudios realizados en 53 países, con 575.361 estudiantes.	Se identificaron beneficios asociados con intervenciones universales de aprendizaje socioemocional.	Confirma la relevancia de la dimensión socioemocional para los procesos educativos.	Analiza principalmente intervenciones socioemocionales implementadas en contextos escolares.	Integrar el aprendizaje socioemocional en programas educativos estructurados y sistemáticos.
Xie et al. (2025)	Revisión de 120 estudios publicados entre 2000 y 2024.	Las emociones positivas mostraron asociaciones favorables y las emociones negativas asociaciones desfavorables con diversos resultados educativos.	Coincide en señalar una relación consistente entre las experiencias emocionales y los resultados del aprendizaje.	Examina principalmente asociaciones entre variables, sin establecer efectos causales derivados de una intervención específica.	Evitar interpretaciones deterministas y considerar el contexto educativo y las características individuales del alumnado.

Nota. Elaboración propia a partir de los estudios revisados.

3.4. Implicaciones de la neuroeducación para la práctica pedagógica

La incorporación de conocimientos neurocientíficos en educación plantea oportunidades para revisar determinadas prácticas pedagógicas, pero también exige establecer límites claros respecto de aquello que la evidencia permite afirmar. El principal desafío consiste en traducir conocimientos procedentes de investigaciones neurocientíficas a situaciones educativas sin eliminar la complejidad de los contextos escolares. En este sentido, la neuroeducación debe funcionar como un espacio de articulación y no como un mecanismo de sustitución de los saberes pedagógicos (Pradeep et al., 2024).

La neuroplasticidad constituye uno de los fundamentos que permite valorar la importancia de las experiencias de aprendizaje. La revisión de Tymofiyeva y Gaschler (2021) documentó cambios estructurales y funcionales asociados con diferentes tipos de entrenamiento en niños y adolescentes, aunque también mostró que una parte considerable de las investigaciones presentaba limitaciones metodológicas. Desde una perspectiva pedagógica, estos resultados permiten sostener la relevancia de la experiencia y la práctica, pero no justifican afirmar que cualquier intervención educativa produzca modificaciones cerebrales beneficiosas.

La evidencia relacionada con las funciones ejecutivas proporciona otro punto de conexión con la práctica educativa. El metanálisis de Spiegel et al. (2021) evidenció relaciones significativas

entre memoria de trabajo, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva y resultados académicos. Estos hallazgos permiten considerar la planificación, el control cognitivo, la resolución de problemas y la autorregulación como dimensiones relevantes dentro de experiencias pedagógicas orientadas al aprendizaje profundo.

Desde esta perspectiva, las actividades educativas pueden diseñarse para exigir al estudiante algo más que la reproducción de información. La formulación de problemas, la recuperación de conocimientos, la comparación de alternativas, la explicación de procedimientos, la planificación de tareas y la evaluación de estrategias pueden generar oportunidades para movilizar procesos cognitivos complejos. No obstante, estas propuestas deben responder a propósitos curriculares específicos y no presentarse como ejercicios universales capaces de mejorar indiscriminadamente todas las capacidades cognitivas.

La dimensión socioemocional constituye igualmente un componente susceptible de integración pedagógica. La evidencia sintetizada por Cipriano et al. (2023) indica que los programas escolares de aprendizaje socioemocional pueden producir beneficios en competencias, comportamiento, relaciones y rendimiento académico, aunque sus resultados dependen de características específicas de las intervenciones y de las condiciones de implementación. Esta consideración es fundamental para evitar que la educación socioemocional sea presentada como una estrategia homogénea cuyos efectos serían idénticos independientemente del contexto.

A partir de la comparación de los estudios revisados, las implicaciones prácticas pueden organizarse en cuatro principios: (a) contextualización curricular de las actividades cognitivas; (b) integración de estrategias de autorregulación y metacognición; (c) creación de condiciones socioemocionales favorables para la participación; y (d) interpretación crítica de la evidencia neurocientífica antes de trasladarla al aula. Estos principios permiten vincular los hallazgos científicos con decisiones pedagógicas concretas sin convertir correlaciones o resultados experimentales en prescripciones universales.

En consecuencia, una práctica pedagógica informada por la neuroeducación debería priorizar ambientes que favorezcan la participación, la regulación emocional, la interacción social, la reflexión metacognitiva y la construcción progresiva del conocimiento. Tales principios no deben entenderse como “técnicas neuronales”, sino como componentes de prácticas educativas que encuentran respaldo en diferentes campos de investigación. La contribución de la neuroeducación consiste en aportar una comprensión adicional de los mecanismos que pueden participar en estos procesos.

Por otra parte, la formación científica del profesorado constituye una condición necesaria para que estos conocimientos sean incorporados responsablemente. Rousseau (2024) destaca la utilidad potencial de programas de desarrollo profesional que combinen fundamentos de neurociencia con estrategias explícitas para identificar y cuestionar neuromitos. El propósito no debería ser convertir al docente en especialista en neurociencia, sino desarrollar competencias que le permitan interpretar críticamente la evidencia y distinguir entre resultados científicos, hipótesis y afirmaciones sin respaldo suficiente.

En términos de aplicación por niveles, en educación inicial y primaria se recomienda priorizar experiencias de aprendizaje activas, repetición significativa, interacción social, desarrollo progresivo de funciones ejecutivas y regulación emocional. En secundaria, la evidencia resulta especialmente pertinente para tareas de mayor complejidad cognitiva, autorregulación, resolución de problemas y gestión de emociones académicas. En educación superior y formación docente, el énfasis debería situarse en la autonomía, la metacognición, la evaluación crítica de fuentes científicas y la transferencia responsable del conocimiento hacia la práctica profesional.

Esta diferenciación evita asumir que un mismo principio neuroeducativo posee idéntica expresión pedagógica en todas las etapas del desarrollo. La utilidad de la evidencia depende de la edad, las características del alumnado, el objetivo curricular, el tipo de intervención y las condiciones institucionales de implementación.

Por tanto, las implicaciones pedagógicas de la neuroeducación deben comprenderse en términos de principios fundamentados en evidencia y no de recetas metodológicas. Esta distinción resulta esencial para evitar una aplicación superficial del conocimiento neurocientífico y, simultáneamente, aprovechar sus contribuciones para enriquecer la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje (véase la Tabla 5).

Tabla 5

Implicaciones prácticas de la evidencia neuroeducativa según nivel educativo

Nivel educativo	Procesos priorizados	Orientaciones pedagógicas compatibles con la evidencia	Precaución científica
Educación inicial	Atención, regulación emocional, memoria emergente e interacción social.	Juego estructurado, interacción, rutinas, exploración, desarrollo del lenguaje y actividades multisensoriales contextualizadas.	Evitar atribuir efectos cerebrales específicos a una técnica pedagógica aislada.
Educación primaria	Memoria de trabajo, funciones ejecutivas y autorregulación.	Resolución de problemas, recuperación de información, planificación, explicación de estrategias y aprendizaje cooperativo.	No asumir que los entrenamientos cognitivos producen una transferencia general hacia otros dominios.
Educación secundaria	Flexibilidad cognitiva, autorregulación y emociones académicas.	Proyectos, argumentación, resolución de problemas, metacognición y estrategias de regulación emocional.	Considerar las diferencias individuales, las características del contexto y las condiciones de aprendizaje.
Educación superior	Autonomía, metacognición, regulación emocional y toma de decisiones.	Aprendizaje basado en problemas, reflexión crítica, gestión estratégica de información y evaluación de evidencias.	Evitar trasladar directamente resultados experimentales a recomendaciones pedagógicas universales.
Formación docente	Alfabetización neurocientífica, pensamiento crítico y evaluación de evidencia.	Análisis de investigaciones, identificación de neuromitos y valoración de la calidad metodológica de las fuentes científicas.	Diferenciar evidencia empírica, hipótesis, asociaciones correlacionales e inferencias causales.

Nota. Elaboración propia a partir de la síntesis de los estudios revisados.

3.5. Limitaciones, neuromitos y desafíos para una neuroeducación basada en evidencia

El crecimiento de la neuroeducación no está exento de dificultades. Una de las principales corresponde a la distancia existente entre las condiciones controladas de determinadas investigaciones neurocientíficas y la complejidad de los ambientes educativos. El aula constituye un escenario en el que interactúan múltiples variables de manera simultánea, por lo que los resultados obtenidos mediante diseños experimentales específicos no siempre pueden trasladarse directamente a recomendaciones pedagógicas generales. Esta consideración constituye una de las razones por las cuales la neuroeducación requiere un enfoque interdisciplinario y metodológicamente prudente (Pradeep et al., 2024).

Las limitaciones metodológicas también aparecen en la investigación sobre neuroplasticidad. Es así como Tymofiyeva y Gaschler (2021) observaron que, aunque una proporción importante de los estudios revisados encontró modificaciones neuronales posteriores al entrenamiento, solo el 48 % de las investigaciones incorporó una condición de control y existió una considerable heterogeneidad en población, duración del entrenamiento, tipo de intervención y técnica de neuroimagen. Estas características dificultan establecer conclusiones generales sobre la relación entre una determinada intervención y un cambio cerebral específico.

A esta dificultad se suma la persistencia de neuromitos en los contextos educativos. Torrijos-Muelas et al. (2021) evidenciaron, mediante una revisión sistemática, que determinadas concepciones erróneas sobre el cerebro y el aprendizaje continúan presentes entre profesionales de la educación y futuros docentes. La importancia de este fenómeno no reside únicamente en la existencia de conocimientos incorrectos, sino en la posibilidad de que dichas creencias influyan en decisiones pedagógicas y en la aceptación de determinadas prácticas por el simple hecho de presentarse como científicamente fundamentadas.

La persistencia de estas concepciones demuestra que poseer información general sobre neurociencia no garantiza necesariamente una adecuada interpretación de sus aplicaciones educativas. Es por eso por lo que Rousseau (2024) sostiene que los esfuerzos destinados a reducir neuromitos requieren intervenciones formativas específicas y revisa estrategias como la refutación de afirmaciones incorrectas, la formación en conceptos fundamentales de neurociencia y la reflexión sobre principios científicos relacionados con el aprendizaje.

Otro desafío está relacionado con la propia medición del conocimiento neurocientífico y de las creencias docentes. Las investigaciones sobre neuromitos han utilizado instrumentos diversos, lo que puede generar diferencias en la estimación de su prevalencia. Esta situación obliga a interpretar con cautela los porcentajes reportados en diferentes estudios y a considerar cómo fueron construidos los instrumentos, qué afirmaciones fueron utilizadas y qué población participó en la investigación.

De manera transversal, la comparación de las fuentes revisadas permite identificar cuatro desafíos principales: la heterogeneidad de los diseños de investigación, la dificultad para establecer causalidad, la transferencia limitada desde resultados experimentales hacia contextos educativos reales y la persistencia de interpretaciones pseudocientíficas o simplificadas. Estos desafíos no

invalidan la contribución de la neuroeducación; por el contrario, delimitan las condiciones bajo las cuales sus aportes pueden utilizarse con rigor.

La superación de estas limitaciones requiere fortalecer la alfabetización científica del profesorado y promover mecanismos de comunicación más efectivos entre investigadores y profesionales de la educación. Una formación pertinente debería permitir al docente distinguir entre evidencia correlacional y causal, valorar la calidad metodológica de una investigación, reconocer las limitaciones de una muestra y comprender que un resultado neurocientífico no constituye por sí mismo una estrategia pedagógica.

Asimismo, resulta necesario fomentar investigaciones interdisciplinarias que integren métodos y conocimientos provenientes de la neurociencia, la psicología y las ciencias de la educación. La revisión de Pradeep et al. (2024) evidencia precisamente el carácter interdisciplinario de la neuroeducación y la necesidad de comprender las dinámicas neuronales en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje. La articulación entre estos campos puede contribuir a desarrollar estudios con mayor validez ecológica y con resultados más relevantes para los problemas educativos concretos.

En este sentido, una agenda de investigación futura debería priorizar estudios longitudinales y diseños con condiciones de comparación adecuadas, muestras suficientemente caracterizadas, instrumentos psicométricamente sólidos y medidas educativas además de indicadores neurobiológicos. También resulta pertinente incrementar la investigación desarrollada en contextos escolares reales, debido a que la validez ecológica constituye un componente necesario para determinar la utilidad pedagógica de los hallazgos neurocientíficos. La consolidación de una neuroeducación basada en evidencia exige tanto la revisión crítica de las creencias sobre el funcionamiento cerebral como la evaluación rigurosa de las intervenciones cognitivas.

Ferreira y Rodríguez (2022) y Ruiz-Martín et al. (2022) documentaron la persistencia de neuromitos entre docentes y los efectos favorables de intervenciones formativas para reducir estas concepciones erróneas, aunque con diferencias en la magnitud de los resultados. En el ámbito cognitivo, Liu et al. (2023) identificaron efectos de entrenamiento y transferencia asimétrica entre la memoria de trabajo y el control inhibitorio, mientras que Hrysanidis et al. (2026) no encontraron ventajas de diversificar las actividades de entrenamiento de la memoria de trabajo frente a una condición de control activo. En conjunto, estos hallazgos subrayan la necesidad de fundamentar las decisiones pedagógicas en resultados empíricos específicos, sin extrapolar automáticamente los efectos del entrenamiento cognitivo a mejoras generalizadas del aprendizaje.

En la misma línea investigativa, en el contexto ecuatoriano, Zambrano et al. (2025) estudiaron la prevalencia de mitos educativos entre docentes, aportando evidencia contextual para examinar la persistencia de creencias pedagógicas sin suficiente sustento científico y la necesidad de fortalecer la alfabetización científica del profesorado.

La síntesis comparativa evidencia, por tanto, que el principal vacío no consiste en la ausencia de investigaciones sobre cerebro y aprendizaje, sino en la necesidad de fortalecer el vínculo metodológico entre tres niveles de análisis: mecanismos neurobiológicos, procesos psicológicos

y resultados educativos. La investigación futura debería avanzar hacia diseños capaces de examinar estos niveles de manera articulada, evitando tanto el reduccionismo biológico como la extrapolación pedagógica injustificada (véase la Tabla 6).

Tabla 6

Limitaciones, vacíos y líneas de investigación futura

Dimensión	Problema identificado	Evidencia revisada	Vacío científico	Línea futura
Neuroplasticidad	Heterogeneidad metodológica y limitada presencia de condiciones de control.	Tymofiyeva y Gaschler (2021); Weyandt et al. (2020).	Dificultad para establecer relaciones causales entre experiencias educativas y cambios neurobiológicos.	Desarrollar estudios longitudinales, controlados y con procedimientos metodológicos estandarizados.
Funciones ejecutivas	Las relaciones con el rendimiento varían según el dominio académico.	Spiegel et al. (2021).	Necesidad de identificar variables moderadoras de las asociaciones observadas.	Realizar estudios diferenciados por edad, dominio curricular y características de las tareas.
Transferencia cognitiva	Evidencia limitada de transferencia hacia habilidades no entrenadas directamente.	Pappa et al. (2020).	Escasa generalización de los beneficios entre diferentes habilidades cognitivas y académicas.	Diseñar intervenciones integradas con objetivos curriculares explícitos y evaluar transferencia próxima y lejana.
Emoción y aprendizaje	Heterogeneidad en los mecanismos analizados y en las intervenciones estudiadas.	Zheng et al. (2023); Cipriano et al. (2023); Xie et al. (2025).	Necesidad de diferenciar mecanismos emocionales, efectos contextuales y condiciones individuales.	Implementar diseños longitudinales y análisis multinivel que permitan examinar interacciones entre variables.
Neuromitos	Persistencia de concepciones educativas sin suficiente respaldo científico.	Torrijos-Muelas et al. (2021); Rousseau (2024).	Variabilidad en instrumentos de evaluación y modalidades de formación docente.	Desarrollar y evaluar rigurosamente programas de alfabetización científica y neuroeducativa.
Transferencia ciencia-práctica	Persistencia de una distancia entre la evidencia experimental y su aplicación en el aula.	Pradeep et al. (2024).	Baja integración interdisciplinaria entre producción científica y práctica educativa.	Promover investigaciones colaborativas entre neurociencia, psicología y educación, con participación del profesorado.

Nota. Elaboración propia a partir de la integración comparativa de la literatura revisada.

En definitiva, el futuro de la neuroeducación dependerá menos de la proliferación de propuestas pedagógicas que incorporen terminología neurocientífica y más de la capacidad de construir un diálogo riguroso entre investigación y práctica. Una neuroeducación científicamente responsable debe reconocer las posibilidades de la evidencia sobre el cerebro, pero también sus límites, evitando

reduccionismos, neuromitos y extrapolaciones injustificadas. La evidencia examinada permite sostener que su contribución potencial es mayor cuando los hallazgos neurocientíficos se interpretan juntamente con la evidencia psicológica, pedagógica y contextual. De este modo, la neuroeducación puede contribuir a fundamentar decisiones educativas informadas sin presentarse como una fuente autónoma de recetas metodológicas.

En conjunto, los estudios revisados muestran una convergencia sustantiva en torno a la naturaleza multidimensional del aprendizaje: la plasticidad cerebral proporciona un marco biológico, las funciones ejecutivas permiten comprender procesos cognitivos asociados con el desempeño, y las emociones y la autorregulación explican dimensiones afectivas y motivacionales. Sin embargo, también se identifican límites recurrentes heterogeneidad metodológica, problemas de causalidad, transferencia restringida y persistencia de neuromitos que obligan a interpretar la evidencia con prudencia. Por ello, la principal implicación para la práctica pedagógica no consiste en adoptar metodologías "neuroeducativas" específicas, sino en fortalecer prácticas contextualizadas, cognitivamente activas, emocionalmente sensibles y sustentadas en evidencia científica de calidad.

4. Discusión

4.1. La neuroeducación como campo interdisciplinario: convergencias y controversias teóricas

Los hallazgos derivados de la revisión de la literatura permiten reconocer que la neuroeducación se configura como un campo interdisciplinario con importantes posibilidades para ampliar la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su principal fortaleza radica en la posibilidad de articular conocimientos procedentes de la neurociencia, la psicología cognitiva y las ciencias de la educación, favoreciendo una interpretación multidimensional del aprendizaje. No obstante, la evidencia examinada también pone de manifiesto que esta articulación debe realizarse bajo criterios de rigurosidad científica, evitando trasladar de manera directa resultados neurocientíficos hacia recomendaciones pedagógicas que no hayan sido suficientemente validadas. En este sentido, la neuroeducación adquiere mayor relevancia cuando contribuye a complementar los fundamentos pedagógicos existentes, en lugar de pretender reemplazarlos (Pradeep et al., 2024).

Sin embargo, el carácter interdisciplinario de la neuroeducación no implica que exista un consenso absoluto acerca de sus fundamentos, métodos y posibilidades de aplicación. Una de las principales controversias teóricas del campo se relaciona con el alcance explicativo de los conocimientos neurobiológicos y su relación con las explicaciones psicológicas, pedagógicas y socioculturales del aprendizaje. Mientras que la neurociencia permite investigar mecanismos cerebrales asociados con la atención, la memoria, la emoción y el desarrollo, las ciencias de la educación examinan procesos que también dependen de la interacción docente-estudiante, los conocimientos previos, el currículo, las condiciones institucionales y las oportunidades socioculturales. Por tanto, aunque estos niveles de análisis pueden complementarse, no son

intercambiables ni permiten establecer automáticamente relaciones causales entre los mecanismos cerebrales y los resultados educativos.

Esta controversia pone de manifiesto la necesidad de distinguir entre una perspectiva interdisciplinaria y una interpretación reduccionista del aprendizaje. La primera reconoce que los procesos neurobiológicos forman parte de las condiciones que hacen posible aprender, pero sostiene que su comprensión requiere integrar factores cognitivos, emocionales, sociales y pedagógicos. La segunda corre el riesgo de interpretar los fenómenos educativos exclusivamente a partir de mecanismos cerebrales, dejando en segundo plano las condiciones concretas en las que se desarrolla la enseñanza. En consecuencia, una explicación neurobiológica puede contribuir a comprender un proceso cognitivo sin ser suficiente para determinar qué metodología docente resulta más efectiva, en qué contexto debe utilizarse o qué resultados académicos cabe esperar.

La comparación transversal de los estudios revisados permite identificar una convergencia fundamental: el aprendizaje constituye un fenómeno multidimensional en el que interactúan mecanismos neurobiológicos, procesos cognitivos, estados emocionales y condiciones contextuales. Sin embargo, esta convergencia conceptual no supone homogeneidad metodológica ni permite asumir que la evidencia procedente de un nivel de análisis pueda trasladarse directamente a otro. Precisamente, una de las principales contribuciones de la presente revisión consiste en mostrar que la distancia entre la identificación de mecanismos asociados al aprendizaje y la formulación de prácticas pedagógicas constituye uno de los problemas centrales que todavía requiere mayor investigación.

A esta cuestión se añade una discrepancia conceptual relacionada con la definición de neuroeducación. En la literatura especializada, el término puede referirse a la aplicación de conocimientos neurocientíficos en contextos educativos, al estudio interdisciplinario de las relaciones entre cerebro y aprendizaje o al diseño de propuestas pedagógicas fundamentadas en la integración de neurociencia, psicología cognitiva y educación. Estas acepciones pueden conducir a diferentes criterios de selección e interpretación de las investigaciones. Por ejemplo, un estudio de neuroimagen que analiza la activación cerebral durante una tarea cognitiva no responde a la misma pregunta que un ensayo experimental destinado a evaluar una intervención didáctica. Ambos pueden contribuir al conocimiento educativo, pero difieren en sus objetivos, unidades de análisis y posibilidades de aplicación.

Por consiguiente, el análisis crítico de la neuroeducación debe considerar no solamente si diferentes investigaciones presentan resultados coincidentes, sino también si estudian constructos equivalentes, utilizan medidas comparables y permiten sostener conclusiones de alcance semejante. Esta distinción es indispensable para evitar que la acumulación de estudios relacionados temáticamente se interprete como evidencia uniforme de eficacia pedagógica. La fortaleza de una síntesis interdisciplinaria depende, en cambio, de su capacidad para identificar acuerdos, discrepancias y límites de generalización, así como de establecer qué conclusiones se encuentran suficientemente respaldadas y cuáles requieren nuevas investigaciones.

4.2. Neuroplasticidad: posibilidades biológicas y límites de la transferencia educativa

Uno de los aspectos que mayor interés ha generado dentro de este campo corresponde a la neuroplasticidad. La evidencia sintetizada por Tymofiyeva y Gaschler (2021) muestra que determinadas experiencias de entrenamiento pueden relacionarse con modificaciones en la actividad, estructura, microestructura y conectividad cerebral. De manera concordante, Weyandt et al. (2020) identificaron resultados compatibles con procesos neuroplásticos asociados con intervenciones cognitivas y sensoriomotoras durante la infancia y la adolescencia. Sin embargo, ambos aportes evidencian una cuestión fundamental: la presencia de cambios neurobiológicos no permite establecer, por sí misma, que una determinada intervención educativa sea responsable de una mejora generalizada del aprendizaje.

La convergencia entre ambos estudios proporciona evidencia sobre la capacidad de adaptación del sistema nervioso frente a determinadas experiencias, pero también revela una primera limitación del conocimiento disponible: la existencia de modificaciones neurobiológicas no equivale necesariamente a la demostración de efectos educativos transferibles. Tymofiyeva y Gaschler (2021) y Weyandt et al. (2020) difieren en poblaciones, intervenciones, procedimientos de neuroimagen y características metodológicas, por lo que sus resultados deben interpretarse como evidencia complementaria y no como demostraciones equivalentes de eficacia pedagógica. Esta distinción resulta esencial para evitar una interpretación lineal según la cual cualquier cambio cerebral implica automáticamente una mejora educativa.

Desde una perspectiva crítica, la controversia no se encuentra en reconocer la neuroplasticidad como una propiedad del sistema nervioso, sino en determinar qué conclusiones pueden derivarse de ella. La capacidad de adaptación cerebral no demuestra que todas las experiencias educativas produzcan modificaciones beneficiosas, que los cambios tengan la misma magnitud en todas las personas o que se traduzcan necesariamente en mejoras académicas. El significado funcional de una modificación neurobiológica depende de las características de la tarea, el momento del desarrollo, la experiencia previa, las condiciones de intervención y los resultados utilizados para evaluar el aprendizaje.

Esta consideración resulta especialmente importante desde el ámbito pedagógico. La neuroplasticidad demuestra que el sistema nervioso posee capacidad de adaptación frente a la experiencia, pero no implica que cualquier experiencia educativa genere modificaciones cerebrales favorables ni que todo cambio cerebral tenga necesariamente una repercusión académica significativa. Las diferencias entre las muestras, los tipos de intervención, la duración de los entrenamientos y las técnicas utilizadas para evaluar los cambios neurobiológicos dificultan la formulación de conclusiones universales (Tymofiyeva & Gaschler, 2021). En consecuencia, la neuroplasticidad debe ser entendida como un fundamento biológico que ayuda a explicar la posibilidad del aprendizaje, pero no como una justificación suficiente para validar una metodología educativa determinada.

Asimismo, resulta necesario diferenciar entre las modificaciones observadas durante una intervención, la persistencia de dichos cambios después de su finalización y su posible relación con competencias académicas. Una variación en la actividad cerebral puede indicar una respuesta

diferente ante una tarea, pero no demuestra necesariamente que el estudiante haya adquirido conocimientos curriculares más sólidos. De igual manera, una mejora en una prueba cognitiva no garantiza una transferencia hacia otras habilidades. Para establecer estas relaciones se requieren evaluaciones convergentes, grupos de comparación adecuados y seguimientos que permitan determinar la estabilidad y la relevancia funcional de los resultados.

Desde esta perspectiva, emerge un primer vacío de investigación: todavía resulta insuficiente la evidencia que conecte de manera longitudinal y metodológicamente robusta los cambios neurobiológicos con resultados educativos concretos y sostenidos en ambientes escolares reales. La literatura disponible proporciona información relevante sobre mecanismos y asociaciones, pero son menos frecuentes los diseños capaces de determinar cómo, cuándo y en qué condiciones una modificación neurobiológica se relaciona con cambios funcionales que tengan relevancia curricular. Este vacío limita la posibilidad de convertir hallazgos neurocientíficos en recomendaciones pedagógicas generalizables.

En consecuencia, las investigaciones futuras deberían integrar indicadores neurobiológicos, medidas cognitivas y evaluaciones curriculares, de manera que sea posible examinar si los cambios identificados en un nivel de análisis se relacionan de forma consistente con resultados observables en otros niveles. Esta aproximación permitiría distinguir entre mecanismos biológicos asociados con el aprendizaje, mejoras cognitivas específicas y beneficios educativos demostrados, evitando atribuir a la neuroplasticidad implicaciones pedagógicas que todavía no cuentan con suficiente respaldo empírico.

4.3. Transferencia cognitiva y entrenamiento de la memoria de trabajo: resultados convergentes y contradictorios

La transferencia de los resultados de la investigación neurocientífica hacia la práctica educativa constituye otro aspecto central de la discusión. El hecho de que una intervención produzca mejoras en una capacidad específica no significa necesariamente que dichos beneficios se extiendan a otras habilidades o al rendimiento académico en general. Esta problemática es particularmente evidente en el ámbito del entrenamiento de la memoria de trabajo. Pappa et al. (2020) encontraron resultados favorables en determinados indicadores cognitivos y neuronales, pero señalaron que la generalización de los beneficios hacia habilidades diferentes de aquellas directamente entrenadas continúa siendo objeto de debate.

La controversia sobre la transferencia cognitiva representa una de las discrepancias empíricas más relevantes para la neuroeducación. Habitualmente se distingue entre transferencia cercana, que alude a la mejora en tareas semejantes a las practicadas, y transferencia lejana, que se refiere a la generalización hacia habilidades o resultados que difieren sustancialmente de las actividades entrenadas. Esta distinción es fundamental porque una intervención puede mejorar el desempeño en una tarea específica sin producir beneficios equivalentes en comprensión lectora, razonamiento matemático, atención cotidiana o rendimiento académico global. En consecuencia, la eficacia de un programa no debería establecerse únicamente a partir de las mejoras obtenidas en las actividades

que lo componen, sino también mediante medidas externas que permitan comprobar si se alcanzan los objetivos educativos esperados.

Una primera evidencia empírica que permite profundizar en esta controversia procede de Vernucci et al. (2023), quienes realizaron un ensayo aleatorizado con 89 niños de entre 9 y 10 años para examinar los efectos de un entrenamiento de memoria de trabajo sobre diferentes capacidades cognitivas y académicas. Los resultados mostraron mejoras en determinadas medidas cognitivas y efectos que se mantuvieron en el seguimiento. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse en función de las habilidades evaluadas y de las características específicas de la intervención, sin asumir que el entrenamiento produce necesariamente mejoras generalizadas en todos los dominios académicos.

En una línea complementaria, Liu et al. (2023) estudiaron los efectos del entrenamiento de memoria de trabajo y del control inhibitorio en 60 escolares de entre 8 y 10 años. Su investigación permitió examinar si el entrenamiento de procesos ejecutivos diferentes generaba patrones equivalentes de transferencia. La comparación de los resultados evidencia que las ganancias cognitivas no necesariamente se generalizan de la misma manera entre tareas y funciones ejecutivas. Por ello, la eficacia de una intervención debe analizarse considerando tanto la habilidad entrenada como las medidas de transferencia y la persistencia de los resultados. Esta evidencia cuestiona la idea de que las intervenciones dirigidas a distintas funciones ejecutivas sean intercambiables o produzcan beneficios académicos equivalentes.

Una aportación especialmente importante y reciente corresponde al ensayo aleatorizado de Hrysanidis et al. (2026), que evaluó diferentes modalidades de entrenamiento de memoria de trabajo con actividades variadas en 197 escolares australianos de entre 7 y 11 años. Los investigadores compararon programas que incorporaban dos, cuatro o seis actividades con una condición de control activo. Las intervenciones se desarrollaron en el contexto escolar mediante actividades integradas en Minecraft Education Edition durante dos semanas. Las medidas de resultado incluyeron memoria de trabajo, razonamiento y falta de atención, evaluadas antes de la intervención, inmediatamente después y a los tres meses. Los resultados no mostraron ventajas significativas de ninguna de las condiciones de entrenamiento frente al control activo, ni en la evaluación inmediata ni en el seguimiento.

Este hallazgo constituye una discrepancia relevante respecto de las investigaciones que han identificado beneficios en determinadas intervenciones de entrenamiento cognitivo. En particular, cuestiona la suposición de que aumentar la variedad de actividades practicadas maximiza necesariamente los beneficios del entrenamiento. Aunque la diversificación puede resultar atractiva desde el punto de vista didáctico, su incorporación no garantiza mejoras cognitivas transferibles. La comparación con Vernucci et al. (2023) y Liu et al. (2023) permite reconocer que los efectos dependen de las características de los programas, las condiciones de comparación, las medidas utilizadas y las poblaciones estudiadas. Por tanto, los resultados favorables y nulos deben interpretarse conjuntamente, sin privilegiar únicamente aquellos que confirman expectativas previas.

La relevancia de Hrysanidis et al. (2026) reside, además, en que su estudio empleó una condición de control activo y realizó una evaluación de seguimiento. Estas características permiten examinar los beneficios específicos del entrenamiento más allá de los posibles efectos de participar en una actividad novedosa o recibir atención adicional. Sin embargo, los resultados no demuestran que todas las formas de entrenamiento cognitivo sean ineficaces; indican, de manera más delimitada, que las modalidades estudiadas no superaron al control activo en las medidas evaluadas. Esta distinción es esencial para evitar que un resultado nulo se convierta en una conclusión general sobre todo el campo.

La comparación entre estos estudios permite identificar una controversia central: mientras algunas investigaciones muestran mejoras en determinadas capacidades cognitivas, otras no encuentran ventajas adicionales frente a condiciones de comparación apropiadas. Esta divergencia puede estar relacionada con la duración y la intensidad de las intervenciones, la selección de los participantes, la naturaleza de las tareas, la sensibilidad de los instrumentos o el grado de similitud entre el entrenamiento y las pruebas de evaluación. También puede indicar que algunos beneficios son específicos de las tareas practicadas y no se generalizan de forma consistente a otras competencias. Por consiguiente, no es metodológicamente adecuado interpretar todos los resultados favorables como prueba de transferencia generalizada ni considerar todos los resultados nulos como demostración de ausencia absoluta de efectos.

La evidencia sobre transferencia cognitiva permite identificar una segunda brecha relevante. Aunque determinadas intervenciones pueden producir mejoras en habilidades próximas a las entrenadas, existe menor certeza respecto de la transferencia lejana hacia competencias académicas amplias. Este resultado cuestiona las aproximaciones educativas que presentan el entrenamiento cognitivo como una intervención capaz de generar beneficios generales independientemente del contenido curricular.

Desde una perspectiva pedagógica, esta controversia sugiere que las actividades de entrenamiento deben contrastarse con estrategias de enseñanza vinculadas directamente con los objetivos curriculares. Si el propósito consiste en mejorar la comprensión lectora, es necesario medir la comprensión de textos; si se pretende fortalecer el razonamiento matemático, deben evaluarse tareas y aprendizajes matemáticos. De esta manera, la investigación puede determinar si el entrenamiento cognitivo aporta beneficios adicionales a los que se obtienen mediante prácticas pedagógicas específicas y si dichos beneficios justifican su incorporación al currículo.

Por tanto, la transferencia debe considerarse un criterio central para valorar las aplicaciones educativas de la neurociencia cognitiva. Las futuras investigaciones deberían comparar distintas modalidades de intervención, emplear controles activos, incluir seguimientos longitudinales y utilizar resultados curriculares definidos previamente. Asimismo, conviene examinar la relación entre el tiempo invertido en el entrenamiento y los beneficios obtenidos, dado que una intervención que consume tiempo de enseñanza debe demostrar una contribución educativa suficientemente relevante para justificar su implementación.

4.4. Funciones ejecutivas: relevancia cognitiva y límites de la generalización

En este marco, las funciones ejecutivas representan un segundo eje de especial relevancia. Los resultados sintetizados por Spiegel et al. (2021), a partir de un amplio conjunto de investigaciones, evidencian relaciones entre memoria de trabajo, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva y diferentes resultados académicos. Esta asociación permite comprender que el aprendizaje escolar requiere algo más que la adquisición y acumulación de información. El estudiante necesita mantener determinados contenidos activos, seleccionar información pertinente, controlar respuestas automáticas, modificar estrategias y sostener metas durante la resolución de tareas.

No obstante, la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento académico no debe interpretarse como una correspondencia simple entre una capacidad cognitiva y el éxito escolar. La contribución de estas funciones depende de las demandas de la tarea, los conocimientos previos, las estrategias de resolución, la motivación y las oportunidades de aprendizaje. Además, las funciones ejecutivas se evalúan mediante tareas que pueden implicar simultáneamente atención, velocidad de procesamiento, comprensión verbal y familiaridad con los procedimientos. Estas diferencias de operacionalización pueden contribuir a explicar por qué las investigaciones no siempre producen resultados equivalentes.

La asociación entre funciones ejecutivas y desempeño académico debe interpretarse dentro de un sistema de relaciones más amplio. La evidencia sintetizada no permite establecer que el desarrollo de una función ejecutiva específica sea, por sí mismo, suficiente para explicar el rendimiento escolar. El desempeño también está condicionado por conocimientos previos, oportunidades de aprendizaje, características de las tareas, prácticas docentes, motivación, emociones y condiciones socioculturales.

Esta consideración adquiere especial importancia al examinar las intervenciones de entrenamiento cognitivo. La mejora en una medida de memoria de trabajo no demuestra necesariamente que se hayan fortalecido de manera general las funciones ejecutivas ni que el estudiante pueda utilizar esa mejora en cualquier situación de aprendizaje. Como muestran las diferencias entre los resultados de Vernucci et al. (2023), Liu et al. (2023) y Hrysanidis et al. (2026), los beneficios pueden variar según la función entrenada, la tarea evaluada y las condiciones de comparación. En consecuencia, es necesario diferenciar entre la mejora en una habilidad específica, la transferencia a procesos relacionados y el efecto sobre el desempeño académico.

La importancia de estas funciones no debería conducir a una interpretación reduccionista del rendimiento académico. Las capacidades ejecutivas interactúan permanentemente con los conocimientos previos, la motivación, las emociones, las características de las tareas y las condiciones del contexto. En consecuencia, no sería adecuado considerar que las dificultades académicas pueden explicarse exclusivamente por un déficit en alguna función ejecutiva.

La investigación futura debería examinar qué variables moderan la relación entre funciones ejecutivas y aprendizaje, así como las condiciones bajo las cuales una intervención produce beneficios funcionales. Los estudios longitudinales pueden contribuir a comprender la evolución de

estas capacidades durante el desarrollo; los ensayos experimentales permiten contrastar intervenciones específicas; y los estudios realizados en contextos escolares reales ayudan a determinar si los resultados se mantienen en las condiciones habituales de enseñanza. La combinación de estos enfoques permitiría formular conclusiones más precisas sobre el papel de las funciones ejecutivas en el aprendizaje y sobre las posibilidades de intervenir pedagógicamente en ellas.

4.5. Cognición y afectividad: controversias sobre el papel de las emociones académicas

La relación entre cognición y afectividad constituye otro de los hallazgos relevantes de la presente revisión. Los resultados de Zheng et al. (2023) muestran que las emociones académicas mantienen vínculos significativos con los procesos de aprendizaje autorregulado. Esta evidencia permite superar la concepción tradicional según la cual los procesos cognitivos y emocionales operan de manera independiente. Durante el aprendizaje, los estudiantes no solamente procesan información, sino que también interpretan las demandas de las actividades, valoran sus posibilidades de éxito, experimentan emociones y regulan el esfuerzo necesario para alcanzar determinadas metas.

Sin embargo, persisten discrepancias teóricas acerca de la dirección y los mecanismos de estas relaciones. Las emociones pueden influir en la atención, la persistencia y la autorregulación, pero también pueden ser consecuencia de experiencias previas de éxito, fracaso o retroalimentación. Por ejemplo, la asociación entre ansiedad y bajo rendimiento no permite concluir automáticamente que la ansiedad sea la causa del desempeño insuficiente, puesto que las dificultades reiteradas también pueden aumentar la ansiedad ante las evaluaciones posteriores. Esta bidireccionalidad exige diseños longitudinales y experimentales que permitan diferenciar entre asociación, predicción y causalidad.

La convergencia entre la evidencia sobre funciones ejecutivas y la literatura sobre emociones académicas permite plantear una interpretación integrada de la autorregulación. Los procesos cognitivos aportan mecanismos para planificar, inhibir respuestas y modificar estrategias, mientras que las experiencias emocionales participan en la valoración de las tareas y en la regulación del esfuerzo. No obstante, la literatura todavía requiere mayor investigación longitudinal que permita determinar cómo estas dimensiones interactúan a lo largo del desarrollo y cómo sus relaciones pueden modificarse según la edad, el nivel educativo y las características del contexto escolar.

Desde esta perspectiva, tampoco resulta suficiente clasificar las emociones como positivas o negativas y atribuirles efectos generales sobre el aprendizaje. Una misma emoción puede cumplir funciones diferentes dependiendo de su intensidad, duración, contexto y relación con las características de la tarea. La ansiedad, por ejemplo, puede constituir un factor de interferencia cuando alcanza niveles elevados, pero la activación emocional asociada con una situación desafiante no necesariamente tiene consecuencias negativas. De manera similar, el interés y el disfrute pueden favorecer la implicación académica, aunque su influencia está condicionada por las características individuales y contextuales (Zheng et al., 2023).

Los resultados obtenidos por Cipriano et al. (2023) aportan evidencia adicional sobre la importancia de la dimensión socioemocional. La revisión y el metanálisis desarrollados por estos

autores muestran asociaciones favorables entre las intervenciones universales de aprendizaje socioemocional y diferentes resultados educativos, entre ellos las competencias personales, las relaciones interpersonales, el comportamiento y el rendimiento académico. No obstante, la heterogeneidad observada entre los programas y las condiciones de implementación indica que estos beneficios no pueden atribuirse de manera uniforme a cualquier propuesta socioemocional.

La discrepancia entre los resultados generales de los metanálisis y la variabilidad de los programas particulares obliga a distinguir entre la existencia de un efecto promedio favorable y la eficacia de una intervención específica. Los programas socioemocionales pueden diferir en objetivos, duración, contenidos, preparación docente y procedimientos de evaluación. Por tanto, los resultados globales no permiten afirmar que todas las intervenciones producirán beneficios idénticos en cualquier contexto. Es necesario determinar qué componentes contribuyen a los cambios observados y en qué condiciones estos se mantienen.

En la misma línea, los resultados de Xie et al. (2025) respaldan la existencia de asociaciones entre las emociones académicas y el desempeño de los estudiantes. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse desde una perspectiva no determinista, debido a que las emociones no actúan de manera aislada. El rendimiento académico constituye el resultado de la interacción entre variables cognitivas, afectivas, pedagógicas, familiares, sociales y contextuales.

En conjunto, Cipriano et al. (2023), Zheng et al. (2023) y Xie et al. (2025) convergen en señalar la relevancia de la dimensión emocional para comprender los procesos educativos, aunque sus unidades de análisis son diferentes. Esta diferencia constituye una consideración metodológica importante: los resultados de estudios correlacionales sobre emociones no pueden equipararse directamente con los efectos estimados de programas de intervención.

Una prioridad para futuras investigaciones consiste en integrar diseños longitudinales, experimentales y multinivel que permitan examinar cómo las emociones interactúan con las funciones ejecutivas, la autorregulación y las condiciones pedagógicas. Asimismo, se requiere distinguir entre los cambios en las competencias socioemocionales y sus posibles efectos sobre el rendimiento, evitando asumir que la mejora de una dimensión producirá automáticamente resultados equivalentes en las demás.

4.6. Implicaciones pedagógicas: de las afirmaciones neurocientíficas a la evidencia educativa

A partir de estos hallazgos, las implicaciones para la práctica pedagógica pueden formularse en términos de principios orientadores. Una enseñanza informada por la evidencia puede incorporar actividades que favorezcan la recuperación activa de información, la planificación, la resolución de problemas, la comparación de alternativas, la argumentación, la reflexión metacognitiva y la autorregulación. Estas experiencias ofrecen oportunidades para movilizar procesos cognitivos complejos y, simultáneamente, pueden contribuir al desarrollo de una mayor autonomía en el aprendizaje.

No obstante, las estrategias pedagógicas no adquieren validez por el simple hecho de presentarse como neuroeducativas. Su pertinencia debe establecerse mediante la correspondencia entre los objetivos curriculares, los mecanismos de aprendizaje que se pretende favorecer y los resultados empíricos que respaldan su utilización. Una actividad que mejora el desempeño en una prueba cognitiva no debería recomendarse automáticamente para todos los contenidos escolares si no se ha demostrado que sus beneficios se transfieren a los resultados educativos esperados.

La principal implicación de estos hallazgos consiste en desplazar el énfasis desde la aplicación de "técnicas neuroeducativas" hacia el diseño de experiencias de aprendizaje coherentes con principios cognitivos, emocionales y pedagógicos respaldados por evidencia. Esto supone que las estrategias de enseñanza deben justificarse por su pertinencia curricular, sus objetivos de aprendizaje y la evidencia disponible sobre su efectividad, y no exclusivamente por la incorporación de terminología relacionada con el cerebro.

La evidencia contradictoria sobre el entrenamiento de memoria de trabajo, particularmente la aportada por Hrysanidis et al. (2026), refuerza esta precaución. La utilización de actividades digitales variadas no garantizó beneficios adicionales respecto de la condición de control activo en las medidas evaluadas. Por consiguiente, la novedad tecnológica, la variedad de tareas o la supuesta estimulación de determinadas funciones cognitivas no deben considerarse indicadores suficientes de eficacia educativa. La selección de estrategias debe fundamentarse en sus resultados demostrables, su adecuación al currículo y las necesidades de los estudiantes.

La dimensión emocional también puede integrarse de manera transversal en la práctica pedagógica. La creación de ambientes caracterizados por relaciones respetuosas, participación, sentido de pertenencia y oportunidades de autorregulación puede favorecer condiciones apropiadas para el aprendizaje. No obstante, el propósito de la educación no debería ser mantener permanentemente estados emocionales positivos, sino desarrollar en los estudiantes recursos que les permitan reconocer, comprender y regular las diferentes experiencias afectivas que surgen frente a las demandas académicas.

La transferencia de estos principios al aula enfrenta condiciones que requieren mayor atención investigativa. Entre ellas se encuentran la formación profesional del docente, el tiempo disponible para implementar intervenciones, la disponibilidad de recursos, la cultura institucional, la carga curricular y la heterogeneidad del alumnado. Estos factores pueden modificar sustancialmente la forma en que una intervención es implementada y, por consiguiente, la magnitud de sus resultados.

En consecuencia, la eficacia de una intervención debe examinarse tanto en condiciones experimentales como en escenarios educativos reales. Una estrategia puede mostrar resultados favorables en una investigación controlada y enfrentar dificultades al implementarse en instituciones con grupos numerosos, recursos limitados o necesidades educativas diversas. La replicación en diferentes contextos permite determinar si los efectos se mantienen, requieren adaptaciones o dependen de condiciones específicas. Esta exigencia es especialmente relevante para los sistemas educativos latinoamericanos, donde las diferencias institucionales y socioculturales pueden limitar la transferencia directa de resultados obtenidos en otros países.

4.7. Neuromitos y alfabetización neurocientífica: evidencia empírica y formación docente

Un aspecto particularmente significativo de la discusión corresponde a la persistencia de los neuromitos. La revisión de Torrijos-Muelas et al. (2021) evidencia que determinadas creencias erróneas relacionadas con el funcionamiento cerebral y el aprendizaje continúan presentes entre docentes y futuros profesionales de la educación. Este fenómeno resulta preocupante debido a que una afirmación incorrecta puede adquirir apariencia de legitimidad cuando utiliza terminología neurocientífica. El problema no se limita a la existencia de conocimientos imprecisos, sino que puede extenderse a la toma de decisiones pedagógicas sustentadas en interpretaciones que carecen de respaldo científico suficiente.

La alfabetización neurocientífica constituye una posible vía para reducir esta brecha, aunque sus efectos deben evaluarse empíricamente. Ferreira y Rodríguez (2022) estudiaron la influencia de un curso anual sobre ciencia del aprendizaje en futuros docentes de Chile, mediante un grupo experimental y un grupo de control evaluados al inicio, a mitad y al final del año académico. Los resultados mostraron que el grupo que recibió el curso alcanzó un desempeño superior en alfabetización neurocientífica en las dos evaluaciones posteriores. Sin embargo, las diferencias en las creencias sobre neuromitos no fueron significativas al inicio ni a mitad del año; la reducción apareció al final del periodo formativo y el efecto de la intervención sobre estas creencias fue pequeño.

Este resultado constituye una aportación relevante porque demuestra que incrementar los conocimientos sobre el cerebro y modificar las creencias erróneas no son procesos necesariamente simultáneos. La adquisición de conocimientos científicos puede avanzar antes de que se produzca una revisión significativa de las ideas previas sobre aprendizaje e instrucción. Por tanto, la formación docente no debería limitarse a transmitir contenidos neurocientíficos, sino incorporar estrategias explícitas para identificar, contrastar y revisar creencias que carecen de suficiente respaldo empírico.

La investigación de Ferreira y Rodríguez (2022) también introduce un matiz metodológico importante. Aunque sus resultados respaldan el potencial de un curso de ciencia del aprendizaje para mejorar la alfabetización neurocientífica, no permiten afirmar que cualquier programa formativo produzca efectos equivalentes. La duración, el contenido, las estrategias de enseñanza y las características de los participantes pueden influir en los resultados. Además, las mejoras en conocimientos y creencias no demuestran automáticamente que los futuros docentes modifiquen sus prácticas de aula o que sus estudiantes obtengan mejores resultados académicos. Estas consecuencias requieren evaluaciones adicionales que permitan seguir la transferencia desde la formación hasta el ejercicio profesional.

Una evidencia complementaria procede de Ruiz-Martín et al. (2022), quienes examinaron la presencia de neuromitos entre docentes y evaluaron una intervención formativa dirigida a reducir estas creencias. Sus resultados aportan evidencia sobre la posibilidad de modificar determinadas concepciones mediante formación específica. La comparación con Ferreira y Rodríguez (2022) permite reconocer que las intervenciones formativas pueden producir cambios

en el conocimiento científico y en las creencias docentes, pero que ambos resultados deben medirse por separado. Asimismo, es necesario determinar cuánto tiempo persisten las mejoras y en qué medida se traducen en decisiones pedagógicas mejor fundamentadas.

En el contexto ecuatoriano, Zambrano et al. (2025) analizaron los conocimientos generales sobre el cerebro, los neuromitos y las concepciones erróneas sobre aprendizaje e instrucción en una muestra de 2.193 docentes en ejercicio. Los resultados mostraron una elevada presencia de creencias erróneas y una relación compleja entre el conocimiento general del cerebro y la aceptación de diferentes mitos. En particular, un mayor conocimiento general del cerebro se relacionó con menos concepciones erróneas sobre aprendizaje e instrucción, pero con una mayor adhesión a determinados neuromitos. Además, la formación en neurociencia educativa se asoció con una mayor creencia en neuromitos, aunque este resultado observacional no permite concluir que la formación haya causado dicha adhesión.

La comparación entre Ferreira y Rodríguez (2022) y Zambrano et al. (2025) muestra que el conocimiento neurocientífico no garantiza, por sí mismo, una interpretación correcta de las aplicaciones educativas de la ciencia. Mientras que una intervención formativa estructurada puede mejorar la alfabetización científica y reducir algunas creencias erróneas, los datos observacionales muestran que el conocimiento general del cerebro puede coexistir con concepciones equivocadas sobre su funcionamiento y su relación con el aprendizaje. Esta discrepancia refuerza la necesidad de evaluar la calidad y el enfoque de la formación, en lugar de asumir que cualquier exposición a contenidos neurocientíficos mejora necesariamente las decisiones pedagógicas.

Asimismo, las diferencias entre los estudios deben interpretarse considerando sus diseños. Ferreira y Rodríguez (2022) evaluaron un curso formativo a lo largo de un año, mientras que Zambrano et al. (2025) examinaron asociaciones en una muestra amplia de docentes en ejercicio. El primero permite analizar cambios vinculados con una intervención educativa concreta; el segundo permite describir patrones de creencias y asociaciones entre variables, pero no establecer relaciones causales. La combinación de ambos trabajos aporta una perspectiva complementaria, siempre que no se equiparen sus resultados ni se atribuya a la formación un efecto causal que el diseño observacional no puede demostrar.

La alfabetización neurocientífica puede interpretarse, por tanto, como un mecanismo de mediación entre la producción científica y su utilización pedagógica. Sin embargo, todavía es necesario determinar qué componentes de la formación docente resultan más eficaces, cuánto tiempo se mantienen sus efectos y en qué medida los cambios en conocimiento se traducen efectivamente en modificaciones de las decisiones pedagógicas.

Es por esta razón que las investigaciones futuras deberían combinar evaluaciones de conocimientos, análisis de creencias, observaciones de aula y seguimiento de los resultados educativos. Esta estrategia permitiría determinar si la formación científica contribuye a reducir los neuromitos, si mejora la calidad de las decisiones docentes y si dichos cambios se mantienen en el tiempo. De este modo, la alfabetización neurocientífica podría desarrollarse como una competencia crítica para interpretar evidencia, reconocer limitaciones metodológicas y distinguir entre resultados consolidados, hipótesis preliminares y afirmaciones sin suficiente respaldo empírico.

4.8. Transferencia del conocimiento científico y contexto educativo

La transferencia ciencia-práctica constituye uno de los desafíos estructurales más importantes identificados en esta revisión. Entre la generación de evidencia y su aplicación pedagógica existen varios niveles de mediación: interpretación científica, síntesis interdisciplinaria, formación profesional, adaptación curricular, implementación institucional y evaluación de resultados. Cada nivel puede introducir variaciones, pérdidas de información o interpretaciones indebidas. Por ello, la transferencia no debería concebirse como un proceso lineal desde el laboratorio hasta el aula, sino como un proceso bidireccional en el que las necesidades educativas también contribuyan a orientar las preguntas de investigación.

Esta perspectiva permite cuestionar la idea de que los hallazgos neurocientíficos deben trasladarse directamente a la práctica educativa. Un estudio experimental puede identificar un mecanismo cognitivo bajo condiciones controladas, pero la aplicación de una estrategia en el aula requiere considerar los objetivos curriculares, la diversidad del alumnado, las interacciones sociales y los recursos disponibles. Del mismo modo, las dificultades observadas por los docentes pueden generar preguntas que orienten nuevas investigaciones psicológicas y neurocientíficas. Por tanto, la relación entre ciencia y educación debe desarrollarse mediante una colaboración bidireccional, en la que las necesidades de la práctica y los resultados de la investigación se retroalimenten de manera continua.

Esta perspectiva permite identificar un vacío adicional: son todavía limitados los estudios que evalúan de manera conjunta la cadena completa de transferencia, desde el hallazgo neurocientífico hasta la modificación de una práctica docente y su posterior efecto sobre resultados educativos. La investigación futura debería prestar mayor atención a modelos de implementación que permitan determinar no solo si una intervención es eficaz, sino también si es factible, aceptable, sostenible y transferible a diferentes instituciones educativas.

Es muy importante considerar las implicaciones éticas de la utilización del conocimiento neurocientífico. Las diferencias observadas en capacidades cognitivas o procesos de desarrollo no deberían convertirse en etiquetas permanentes ni utilizarse para establecer expectativas rígidas sobre el potencial de los estudiantes. Los resultados científicos deben interpretarse considerando la variabilidad individual, la capacidad de adaptación y las oportunidades de aprendizaje. Una neuroeducación responsable debe contribuir a ampliar las posibilidades educativas y no a justificar prácticas deterministas o decisiones que restrinjan las oportunidades de participación del alumnado.

4.9. Limitaciones metodológicas y vacíos de investigación

Las limitaciones metodológicas identificadas en la literatura revisada refuerzan la necesidad de interpretar los resultados con prudencia. La presencia de muestras reducidas en algunos estudios, diseños heterogéneos, diferencias en las condiciones de control y procedimientos de evaluación diversos dificulta, en determinados casos, establecer relaciones causales sólidas. Estas limitaciones son particularmente relevantes en las investigaciones sobre neuroplasticidad y entrenamiento

cognitivo, en las que los resultados pueden variar según las características de las intervenciones y los métodos empleados para identificar los cambios.

No obstante, estas restricciones no deben atribuirse de manera uniforme a toda la literatura neuroeducativa. Los estudios difieren en calidad metodológica, objetivos y posibilidades de inferencia. Los diseños experimentales aleatorizados permiten evaluar con mayor rigor los efectos de intervenciones específicas, mientras que los estudios correlacionales contribuyen a identificar asociaciones y formular hipótesis, aunque no demuestran por sí solos relaciones causales. La evaluación crítica debe considerar estas diferencias para evitar tanto la aceptación indiscriminada de los hallazgos como su desestimación generalizada.

Los estudios de entrenamiento cognitivo incorporados en esta discusión ilustran la importancia de examinar las condiciones de comparación y la duración del seguimiento. Mientras algunas investigaciones identifican mejoras en determinadas medidas, Hrysanidis et al. (2026) no encontraron ventajas de las modalidades de entrenamiento evaluadas frente a un control activo. La discrepancia muestra que los efectos no deben interpretarse sin considerar la intervención concreta, los resultados medidos y las condiciones experimentales. También evidencia la necesidad de incluir resultados nulos en las síntesis de la literatura, en lugar de privilegiar exclusivamente los estudios que presentan efectos favorables.

Otro aspecto relevante es la diferencia entre significación estadística y relevancia educativa. Un efecto estadísticamente significativo no implica necesariamente que la magnitud del cambio sea suficiente para justificar la implementación de una estrategia a gran escala. La interpretación debe considerar el tamaño del efecto, la precisión de las estimaciones, la estabilidad de los resultados y los recursos necesarios para aplicar la intervención. En los metanálisis, además, el efecto promedio debe interpretarse teniendo en cuenta la heterogeneidad de los estudios y la posible variabilidad entre poblaciones y contextos.

A partir del contraste entre los hallazgos convergentes y las discrepancias identificadas, se pueden establecer varias prioridades para futuras investigaciones.

En primer lugar, se requieren diseños longitudinales que permitan examinar la relación entre cambios neurobiológicos, capacidades cognitivas y resultados curriculares. En segundo lugar, es necesario comparar intervenciones cognitivas con estrategias pedagógicas directamente vinculadas con los objetivos académicos, mediante grupos de control apropiados y medidas de transferencia. En tercer lugar, deben desarrollarse estudios que integren cognición, emoción y contexto para identificar los factores que moderan el aprendizaje. En cuarto lugar, la investigación sobre formación docente debe examinar si los cambios en conocimientos y creencias se traducen en prácticas de enseñanza diferentes y sostenibles. Finalmente, resulta fundamental ampliar la diversidad geográfica y sociocultural de las muestras, así como fortalecer la replicación y la transparencia metodológica.

Estas prioridades permitirían avanzar desde afirmaciones generales sobre la utilidad de la neuroeducación hacia explicaciones más precisas de sus posibilidades y limitaciones. La cuestión central no consiste únicamente en determinar si existe evidencia favorable, sino en establecer para

qué población, en qué condiciones, mediante qué mecanismos y con qué resultados educativos una intervención puede considerarse efectiva.

4.10. Síntesis crítica de la discusión

Los hallazgos de la presente revisión permiten sostener que la neuroeducación ofrece posibilidades relevantes para comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje, siempre que sus aportaciones se integren críticamente con los conocimientos de la psicología cognitiva y las ciencias de la educación. La neuroplasticidad contribuye a explicar la capacidad adaptativa del sistema nervioso; las funciones ejecutivas permiten examinar procesos cognitivos vinculados con el desempeño; las emociones académicas evidencian la importancia de la dimensión afectiva; y los estudios sobre neuromitos muestran las dificultades que pueden surgir al trasladar el conocimiento científico a la formación docente.

Sin embargo, las discrepancias identificadas muestran que estas líneas de investigación no ofrecen evidencias equivalentes ni permiten establecer conclusiones universales sobre la eficacia de las prácticas pedagógicas. Los resultados divergentes del entrenamiento cognitivo, incluidos los hallazgos nulos de Hrysanidis et al. (2026), cuestionan la generalización automática de las mejoras obtenidas en tareas específicas. De manera complementaria, Ferreira y Rodríguez (2022) muestran que el conocimiento neurocientífico y la modificación de los neuromitos no necesariamente avanzan de forma simultánea, mientras que Zambrano et al. (2025) evidencian asociaciones complejas entre el conocimiento del cerebro y las creencias educativas en docentes ecuatorianos. Estos resultados refuerzan la necesidad de distinguir entre evidencia favorable, evidencia contradictoria y cuestiones que todavía requieren investigación.

En consecuencia, la principal contribución de una perspectiva crítica consiste en delimitar el alcance de las conclusiones y reconocer que las discrepancias empíricas no constituyen necesariamente una debilidad del campo, sino una oportunidad para revisar sus explicaciones y precisar sus condiciones de aplicación. La neuroeducación no debería promoverse como una solución universal para los problemas educativos ni rechazarse por la existencia de resultados heterogéneos. Su valor depende de la calidad de la evidencia, la coherencia de las inferencias y la capacidad de establecer relaciones verificables entre los conocimientos científicos y las necesidades reales de la enseñanza.

Desde esta perspectiva, la consolidación de la neuroeducación requiere superar tanto el reduccionismo neurobiológico como la aplicación indiscriminada de supuestas técnicas cerebrales. Esto implica fortalecer el diálogo interdisciplinario, incorporar estudios empíricos primarios con resultados diversos, evaluar críticamente las metodologías empleadas y desarrollar investigaciones que permitan determinar la eficacia, la sostenibilidad y la transferibilidad de las intervenciones. Desde esta perspectiva, la neuroeducación puede contribuir de manera rigurosa al desarrollo de prácticas pedagógicas fundamentadas, contextualizadas y susceptibles de evaluación, sin sustituir el papel de la pedagogía ni desconocer la complejidad social y cultural del aprendizaje.

Tabla 7

Caracterización temática y metodológica de los estudios incluidos en la revisión integrativa

Autor(es) y año	Tema central	Tipo de estudio	Aporte a la revisión
Cipriano et al. (2023)	Aprendizaje socioemocional.	Metanálisis.	Fundamenta la importancia de las intervenciones socioemocionales en el contexto escolar.
Ferreira y Rodríguez (2022)	Alfabetización neurocientífica y neuromitos.	Estudio de intervención formativa.	Contribuye al análisis de la formación científica y las creencias docentes sobre el cerebro.
Hrysanidis et al. (2026)	Entrenamiento de la memoria de trabajo en niños.	Ensayo controlado aleatorizado.	Permite examinar los resultados de distintas actividades de entrenamiento cognitivo.
Liu et al. (2023)	Memoria de trabajo y control inhibitorio.	Estudio de entrenamiento cognitivo.	Aborda la transferencia de los efectos del entrenamiento entre funciones ejecutivas.
Pappa et al. (2020)	Actualización de la memoria de trabajo y plasticidad neural.	Revisión sistemática y metanálisis.	Relaciona el entrenamiento cognitivo con posibles cambios neurales y conductuales.
Pradeep et al. (2024)	Neuroeducación y procesos de enseñanza-aprendizaje.	Artículo sobre neuroeducación; verificar metodología.	Aporta un marco para comprender la relación entre dinámica neural, aprendizaje y enseñanza.
Rousseau (2024)	Reducción de neuromitos mediante formación docente.	Revisión de intervenciones de desarrollo profesional.	Orienta el análisis de estrategias formativas para mejorar el conocimiento neurocientífico docente.
Ruiz-Martín et al. (2022)	Persistencia de neuromitos entre docentes.	Estudio sobre prevalencia e intervención.	Contribuye a identificar creencias erróneas y la necesidad de intervenciones educativas.
Spiegel et al. (2021)	Funciones ejecutivas y rendimiento académico.	Metanálisis.	Examina la relación entre procesos ejecutivos y resultados académicos en educación primaria.
Torrijos-Muelas et al. (2021)	Persistencia de neuromitos en educación.	Revisión sistemática.	Ofrece una perspectiva sobre la presencia de concepciones erróneas acerca del aprendizaje y el cerebro.
Tymofiyeva y Gaschler (2021)	Plasticidad neural inducida por entrenamiento en jóvenes.	Revisión sistemática de estudios de neuroimagen.	Permite analizar cambios estructurales y funcionales asociados al entrenamiento.
Vernucci et al. (2023)	Entrenamiento de memoria de trabajo y capacidades cognitivas y académicas.	Estudio de efectos del entrenamiento.	Relaciona el entrenamiento cognitivo con posibles beneficios académicos y cognitivos.
Weyandt et al. (2020)	Neuroplasticidad infantil y adolescente ante intervenciones.	Revisión sistemática.	Contribuye a examinar la plasticidad neural en respuesta a intervenciones durante el desarrollo.
Xie et al. (2025)	Emociones académicas y resultados de aprendizaje.	Metanálisis de tres niveles.	Permite analizar la relación entre las emociones académicas y los resultados educativos.

Autor(es) y año	Tema central	Tipo de estudio	Aporte a la revisión
Zambrano et al. (2025)	Mitos educativos entre docentes ecuatorianos.	Estudio de prevalencia.	Aporta un referente contextual para examinar los mitos educativos en Ecuador.
Zheng et al. (2023)	Emociones y aprendizaje autorregulado.	Revisión crítica de la literatura y metanálisis.	Integra la dimensión emocional en el análisis de los procesos de autorregulación del aprendizaje.

Nota. Elaboración propia a partir de las referencias bibliográficas seleccionadas para la revisión integrativa.

La evidencia sintetizada en la Tabla 7 muestra la diversidad de enfoques desde los cuales se ha investigado la neuroeducación, con énfasis en las funciones ejecutivas, la neuroplasticidad, la dimensión emocional del aprendizaje y la persistencia de los neuromitos en el ámbito educativo. En conjunto, los estudios ofrecen perspectivas complementarias para comprender los procesos cognitivos y socioemocionales vinculados al aprendizaje, así como la necesidad de fortalecer la alfabetización neurocientífica del profesorado. Esta integración permite identificar tanto los aportes de las intervenciones educativas como las limitaciones y los desafíos pendientes, proporcionando una base conceptual para analizar las implicaciones de la evidencia neurocientífica en las prácticas pedagógicas.

5. Conclusiones

La revisión evidencia que el aprendizaje constituye un proceso multidimensional en el que interactúan la neuroplasticidad, las funciones ejecutivas, la atención, la memoria, las emociones y la motivación. El hallazgo central radica en que la comprensión de los procesos de aprendizaje requiere una perspectiva integradora que articule las dimensiones neurocognitiva, afectiva, pedagógica y contextual, evitando explicaciones reduccionistas basadas en factores aislados. Desde esta perspectiva, la neuroeducación adquiere relevancia como campo interdisciplinario capaz de establecer puentes entre la evidencia científica y la práctica educativa, siempre que la transferencia del conocimiento se realice de manera crítica y atendiendo a sus fundamentos metodológicos y límites explicativos.

En el plano pedagógico, los resultados destacan la pertinencia de incorporar estrategias orientadas al fortalecimiento de las funciones ejecutivas, la autorregulación, la metacognición y el bienestar socioemocional, en consonancia con los objetivos curriculares y las características del alumnado. Su implementación requiere fortalecer la alfabetización científica del profesorado para distinguir los hallazgos respaldados empíricamente de las hipótesis emergentes y los neuromitos. En consecuencia, la aplicación de principios neuroeducativos debe sustentarse en evidencia contrastable, pertinencia contextual y evaluación sistemática, sin asumir la existencia de técnicas universales aplicables de manera indistinta a todos los estudiantes y escenarios educativos.

En cuanto a las implicaciones prácticas, se recomienda promover programas de formación docente continua, mecanismos de colaboración entre investigadores y centros educativos,

y criterios de evaluación que permitan valorar la efectividad y viabilidad de las intervenciones neuroeducativas. Asimismo, los responsables de las políticas educativas deberían favorecer iniciativas que integren la investigación científica con las necesidades reales de las instituciones, priorizando la calidad de la evidencia, la inclusión y la sostenibilidad de las prácticas implementadas.

Como líneas futuras de investigación, se requieren estudios longitudinales, experimentales y cuasiexperimentales que examinen la relación entre los procesos neurocognitivos y los resultados educativos, así como la estabilidad de los efectos y su transferencia a contextos reales. También resulta prioritario ampliar la diversidad de las muestras, analizar las diferencias entre niveles educativos y contextos socioculturales, y determinar para quiénes, en qué condiciones y mediante qué mecanismos las intervenciones producen beneficios educativos significativos. De igual manera, es necesario evaluar la eficacia de los programas de formación docente destinados a fortalecer la alfabetización neurocientífica y reducir la influencia de los neuromitos.

En síntesis, la principal contribución de esta revisión consiste en integrar críticamente la evidencia disponible y delimitar tanto las posibilidades de la neuroeducación como las condiciones necesarias para su aplicación responsable. Su consolidación dependerá de la articulación efectiva entre rigor científico, pertinencia pedagógica, contextualización y evaluación de resultados, de modo que el conocimiento neurocientífico contribuya a mejorar los procesos educativos sin sustituir la complejidad propia de la investigación pedagógica.

Referencias bibliográficas

Cipriano, C., Strambler, M. J., Naples, L. H., Ha, C., Kirk, M., Wood, M., Sehgal, K., Zieher, A. K., Eveleigh, A., McCarthy, M., Funaro, M., Ponnock, A., Chow, J. C., & Durlak, J. (2023). The state of evidence for social and emotional learning: A contemporary meta-analysis of universal school-based SEL interventions. *Child Development, 94*(5), 1181–1204. https://doi.org/10.1111/cdev.13968

Ferreira, R. A., & Rodríguez, C. (2022). Effect of a science of learning course on beliefs in neuromyths and neuroscience literacy. *Brain Sciences, 12*(7), Article 811. https://doi.org/10.3390/brainsci12070811

Hrysanidis, C., Anderson, P. J., Lau, R. C., Gathercole, S., Wiley, J. F., & Spencer-Smith, M. (2026). Outcomes of varied activities in working memory training for children: A randomized controlled trial. *Developmental Science, 29*(2), Article e70130. https://doi.org/10.1111/desc.70130

Liu, H., Qi, Y., Zhang, H., Liang, Y., Lu, L., Zhou, J., Zhang, T., & Yu, X. (2023). Training and asymmetrical transfer effects of working memory and inhibitory control in primary school children. *Journal of Experimental Child Psychology, 228*, Article 105603. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105603

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Pappa, K., Biswas, V., Flegal, K., Evans, J., & Baylan, S. (2020). Working memory updating training promotes neural plasticity & behavioural gains: A systematic review & meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 118*, 209–235. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.07.027

Pradeep, K., Sulur Anbalagan, R., Thangavelu, A. P., Aswathy, S., Jisha, V. G., & Vaisakhi, V. S. (2024). Neuroeducation: Understanding neural dynamics in learning and teaching. *Frontiers in Education, 9*, 1437418. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1437418

Rousseau, L. (2024). Dispelling educational neuromyths: A review of in-service teacher professional development interventions. *Mind, Brain, and Education, 18*(3), 270–287. https://doi.org/10.1111/mbe.12414

Ruiz-Martín, H., Portero-Tresserra, M., Martínez-Molina, A., & Ferrero, M. (2022). Tenacious educational neuromyths: Prevalence among teachers and an intervention. *Trends in Neuroscience and Education, 29*, Article 100192. https://doi.org/10.1016/j.tine.2022.100192

Spiegel, J. A., Goodrich, J. M., Morris, B. M., Osborne, C. M., & Lonigan, C. J. (2021). Relations between executive functions and academic outcomes in elementary school children: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 147*(4), 329–351. https://doi.org/10.1037/bul0000322

Torrijos-Muelas, M., González-Víllora, S., & Bodoque-Osma, A. R. (2021). The persistence of neuromyths in the educational settings: A systematic review. *Frontiers in Psychology, 11*, 591923. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591923

Tymofiyeva, O., & Gaschler, R. (2021). Training-induced neural plasticity in youth: A systematic review of structural and functional MRI studies. *Frontiers in Human Neuroscience, 14*, 497245. https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.497245

Vernucci, S., Canet-Juric, L., & Richard, M. M. (2023). Effects of working memory training on cognitive and academic abilities in typically developing school-age children. *Psychological Research, 87*, 308–326. https://doi.org/10.1007/s00426-022-01647-1

Weyandt, L. L., Clarkin, C. M., Holding, E. Z., May, S. E., Marraccini, M. E., Gudmundsdottir, B. G., Shepard, E., & Thompson, L. (2020). Neuroplasticity in children and adolescents in response to treatment intervention: A systematic review of the literature. *Journal of Neurophysiology and Neurological Disorders*. https://doi.org/10.1177/2514183X20974231

Xie, J., Cho, K. W., Wei, T., Xu, J., & Fan, M. (2025). The effects of academic emotions on learning outcomes: A three-level meta-analysis of research conducted between 2000 and 2024. *Learning and Motivation, 90*, 102109. https://doi.org/10.1016/j.lmot.2025.102109

Zambrano, J., Chaguay, J., Mayorga, J., Kirschner, P. A., Parra, W., & Lazo, A. (2025). Prevalence of educational myths among Ecuadorian teachers. *Trends in Neuroscience and Education, 41*, Article 100273. https://doi.org/10.1016/j.tine.2025.100273

Zheng, J., Lajoie, S., & Li, S. (2023). Emotions in self-regulated learning: A critical literature review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 14*, 1137010. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1137010