



Cognitive neuroscience's contributions to the advancement of reading, writing, and classroom focus

Aportes de la neurociencia cognitiva al desarrollo de la lectura, la escritura y la atención escolar

Para citar este trabajo:

Segovia Arturo, E. S. ., Cañar Erazo, C. D. ., Arévalo Gualpa, M. W. ., & Guambaña Orellana, L. E. . (2025). Aportes de la neurociencia cognitiva al desarrollo de la lectura, la escritura y la atención escolar. *Star of Sciences Multidisciplinary Journal*, 2(2), 1-14. <https://doi.org/10.63969/9qx46274>

Autores:

Erika Sofía Segovia Arturo

Unidad Educativa “María Angélica Idrovo”
Quito - Ecuador

erikasegovia3e@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-5844-5316>

Cristian Danilo Cañar Erazo

Unidad Educativa “María Angélica Idrovo”
Quito - Ecuador

crisumaiera2025@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-3406-831X>

Milton Wilfrido Arévalo Gualpa

Unidad Educativa “Octavio Díaz León”
Cuenca - Ecuador

milton-ag2@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4723-6216>

Lorena Elizabeth Guambaña Orellana

Unidad Educativa “Octavio Díaz León”
Cuenca - Ecuador

lorena.guambana@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-2229-6976>

Autor de Correspondencia: Erika Sofía Segovia Arturo, erikasegovia3e@gmail.com

RECIBIDO: 28-Noviembre-2025

ACEPTADO: 12-Diciembre-2025

PUBLICADO: 26-Diciembre-2025

Resumen

La neuroeducación es un campo interdisciplinario que aúna la neurociencia cognitiva, la psicología y la pedagogía para explicar cómo aprende el cerebro y cómo esto puede aplicarse a la práctica educativa. En este artículo se trata sobre lo que la neurociencia ha descubierto sobre cómo aprendemos a leer y escribir, neuroplasticidad y emoción, estrategias neurodidácticas, juego y gamificación. Estudios recientes demuestran que leer y escribir activan muchas áreas del cerebro, y que aprender a través de los sentidos favorece la comprensión y la memoria. La neuroplasticidad plantea que el cerebro se reorganiza con base en la experiencia y que las emociones son motoras del aprendizaje significativo. En atención y memoria, los estudios indican la superioridad de las metodologías activas, la repetición espaciada y la evocación libre. Finalmente, el juego y la gamificación activan los circuitos dopaminérgicos, reforzando la motivación, la creatividad y la consolidación del aprendizaje. Entonces, la neuroeducación viene a ofrecer evidencias científicas para hacer de la pedagogía algo más humano, inclusivo y emocionalmente inteligente. La neuroeducación comprende que aprender no es un proceso puramente cognitivo, sino biológico y emocional, y que emoción, motivación y plasticidad cerebral son la base del aprendizaje significativo y para toda la vida.

Palabras clave: aprendizaje significativo, neuroeducación, emociones, neuroplasticidad, gamificación

Abstract

Neuroeducation is a field that combines cognitive neuroscience, psychology, and pedagogy to explain how the brain learns and why this is important for teaching. This article explores neuroscientific viewpoints on the acquisition of reading and writing, neuroplasticity and emotion, neurodidactic approaches, play, and gamification. Recent studies show that reading and writing stimulate different areas of the brain and that learning through the senses helps with memory and understanding. Neuroplasticity posits that experiences mold the brain and that emotions facilitate deep learning. Research indicates that active methodologies, spaced repetition, and free recall are effective in enhancing attention and memory. Finally, play and gamification activate dopaminergic circuits, enhancing motivation, creativity, and the retention of knowledge. Neuroeducation provides scientific evidence to improve teaching methods, making them more compassionate, inclusive, and emotionally intelligent. Neuroeducation acknowledges that learning involves cognitive, biological, and emotional aspects, with emotion, motivation, and brain plasticity forming the basis of profound and lasting learning.

Keywords: meaningful learning, neuroeducation, emotion, neuroplasticity, gamification.

Introducción

Con los cambios tecnológicos y sociocognitivos del siglo XXI en el panorama educativo, la neuroeducación emerge como un campo interdisciplinar que integra la neurociencia cognitiva, la psicología del aprendizaje y la pedagogía. Su propósito es comprender cómo aprende el cerebro y cómo este conocimiento puede aplicarse a la educación para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Yayla & Çalışkan, 2024).

La relevancia de este enfoque radica en su capacidad para tender un puente entre la neurociencia y la práctica educativa, promoviendo estrategias pedagógicas sustentadas en evidencia neurobiológica y no en intuiciones o neuromitos pedagógicos. Investigaciones recientes evidencian que el conocimiento de los procesos neuronales vinculados con la atención, la memoria, la emoción y la plasticidad cerebral permite diseñar experiencias de aprendizaje más eficaces y duraderas (Frontiers in Education, 2024).

Asimismo, la neurociencia contemporánea respalda la necesidad de que el conocimiento sobre el funcionamiento cerebral se incorpore en prácticas pedagógicas contextualizadas y libres de concepciones erróneas, como los supuestos “estilos de aprendizaje” o la dicotomía hemisférica. En esta línea, la neuroeducación promueve la alfabetización neurocientífica del profesorado, entendida como la capacidad de comprender e integrar de manera reflexiva los aportes de la neurociencia en el ámbito educativo (Fernández et al., 2024; Yilmaz, 2023).

No obstante, persisten desafíos relevantes. La transferencia de los hallazgos obtenidos en el laboratorio al contexto escolar continúa siendo limitada, y numerosos estudios carecen de evidencia longitudinal que permita evaluar el impacto sostenido de las estrategias neuroeducativas (Mora, 2023). A ello se suma la necesidad de adaptar estos enfoques a entornos digitales y de aprendizaje combinado, donde la atención, la motivación y la interacción social se configuran de formas innovadoras y complejas (Ishak et al., 2023).

De acuerdo con revisiones sistemáticas recientes, las metodologías neuroeducativas influyen positivamente en la atención, la motivación y la comprensión lectora; sin embargo, su implementación efectiva requiere formación especializada y un enfoque interdisciplinar que articule ciencia y didáctica (Laine et al., 2022; Yayla & Çalışkan, 2024). En síntesis, la neuroeducación no constituye una moda pedagógica, sino un enfoque integrador que concibe al cerebro como un órgano plástico, emocional y social, susceptible de ser moldeado por la experiencia educativa.

El propósito de este estudio es analizar las principales aplicaciones de la neurociencia cognitiva en la enseñanza de la lectura y la escritura, el papel de la neuroplasticidad y la emoción en el aprendizaje, las estrategias neurodidácticas orientadas al fortalecimiento de la atención y la memoria, así como las implicaciones neuroeducativas del juego y la gamificación. Estos ejes permiten comprender cómo la evidencia neurocientífica contemporánea puede orientar la práctica pedagógica de manera concreta, ética y contextualizada.

1. Aplicaciones de la neurociencia cognitiva en la enseñanza de la lectura y la escritura

La neurociencia cognitiva ha profundizado en la comprensión de cómo el cerebro aprende a leer y escribir, habilidades que no son innatas y que se desarrollan gracias a la reorganización de circuitos neuronales preexistentes (Dehaene, 2020). Durante el proceso de adquisición de la lectura, las áreas cerebrales inicialmente dedicadas al procesamiento visual y auditivo se reconfiguran para reconocer símbolos gráficos y asociarlos con sonidos y significados. Este fenómeno, conocido como reciclaje neuronal, evidencia que el cerebro es un órgano plástico y constituye la base biológica del aprendizaje de la lectura y la escritura (Dehaene & Cohen, 2021).

1.1 Procesos neuronales implicados en la lectura

Diversas investigaciones contemporáneas identifican tres áreas cerebrales que se activan de manera coordinada durante la lectura: el lóbulo frontal izquierdo, asociado con la articulación y la sintaxis; el lóbulo temporal, encargado de la interpretación lingüística; y el área occipitotemporal izquierda, conocida como Visual Word Form Area (VWFA), que permite el reconocimiento fluido de las palabras escritas (Purcell et al., 2021).

Estos hallazgos ponen de manifiesto la importancia de la decodificación visual y de la integración fonológico-semántica. En este sentido, la instrucción que articula estas vías mediante ejercicios multisensoriales —como la lectura en voz alta, la escritura a mano y la asociación imagen-sonido— fortalece las conexiones sinápticas y mejora significativamente la fluidez lectora (González-Gómez et al., 2022).

Asimismo, la neuroimagen funcional demuestra que la lectura comprensiva activa áreas cerebrales vinculadas con la atención, la memoria de trabajo y la emoción, lo que confirma que aprender a leer implica procesos tanto cognitivos como afectivos (Liu et al., 2023). En este contexto, las estrategias pedagógicas que despiertan curiosidad, interés o placer por la lectura activan el sistema dopaminérgico y favorecen la consolidación de la memoria a largo plazo, elemento clave del proceso de alfabetización.

1.2 La escritura como red multimodal

Los estudios neurocognitivos describen la escritura como una actividad multimodal que integra la planificación ejecutiva, el lenguaje y la motricidad fina (Mangen & Velay, 2020). De manera particular, la escritura manual activa regiones cerebrales distintas a las involucradas en el teclado digital, como el giro precentral, la corteza parietal y el cerebelo. Estas áreas participan en la codificación motora y fortalecen la memoria ortográfica, además de contribuir al reconocimiento de las formas gráficas (Vidyasagar & Pammer, 2021).

En consecuencia, los estudiantes que escriben a mano suelen presentar una mayor retención conceptual en comparación con aquellos que utilizan exclusivamente dispositivos electrónicos. Desde esta perspectiva, la neuroeducación recomienda que las metodologías pedagógicas integren actividades manipulativas, escritura cursiva y pictográfica, así como ejercicios kinestésicos que refuercen la relación entre percepción, movimiento y cognición (Zhang et al., 2023).

1.3 Intervención temprana y plasticidad cerebral

Una contribución relevante de la neurociencia a la educación es la identificación de un período sensible para la adquisición de la lectoescritura, comprendido aproximadamente entre los 5 y los 8 años de edad, etapa caracterizada por una elevada neuroplasticidad (González-Gómez et al., 2022). Durante este intervalo, el cerebro presenta una mayor capacidad para establecer nuevas conexiones sinápticas que sustentan el aprendizaje fonológico y semántico.

Las intervenciones tempranas en niños con dislexia o dificultades en la decodificación lectora evidencian la activación de zonas compensatorias, particularmente en el hemisferio derecho, lo que demuestra la capacidad del cerebro para reorganizarse en respuesta a estímulos educativos adecuados (Vandermosten et al., 2022). Este hallazgo posee importantes implicaciones pedagógicas, ya que las estrategias basadas en la neurociencia pueden reducir de manera significativa las brechas de aprendizaje cuando se aplican oportunamente.

1.4 Estrategias neuroeducativas para la enseñanza de la lectoescritura

Entre las estrategias propuestas por la investigación neurocognitiva contemporánea se destacan las siguientes:

Perspectiva multisensorial: utilización de estímulos visuales, auditivos y kinestésicos en actividades de lectura y escritura.

Guía emocional de la lectura: selección de textos que generen asombro, curiosidad o empatía, con el fin de estimular la amígdala y favorecer la consolidación de la memoria.

Ejercicios de repetición espaciada: presentación reiterada y periódica de estructuras gramaticales y vocabulario, lo que fortalece la memoria a largo plazo.

Retroalimentación inmediata: refuerzo de las conexiones sinápticas mediante correcciones oportunas y estímulos positivos.

Estas estrategias no solo enriquecen el proceso lector, sino que fortalecen de manera integral la alfabetización cognitiva y emocional, asociando el aprendizaje con experiencias significativas y agradables.

En síntesis, la neurociencia cognitiva demuestra que aprender a leer y escribir no consiste únicamente en adquirir códigos lingüísticos, sino en activar, conectar y fortalecer circuitos cerebrales. Desde la perspectiva de la neuroeducación, la enseñanza de la lectoescritura reconoce que el aprendizaje es un proceso profundamente emocional y que la neuroplasticidad constituye un recurso esencial para potenciarlo. Por ello, la formación pedagógica debe incorporar conocimientos neuroeducativos que permitan diseñar entornos de aprendizaje coherentes con la arquitectura cerebral y la neurodiversidad del estudiantado.

2. Neuroplasticidad y emociones en el aprendizaje escolar (versión corregida)

La neuroplasticidad constituye la base de la neuroeducación contemporánea y se define como la capacidad del cerebro para reorganizarse a partir de lo que aprende, experimenta y percibe a su alrededor (Kolb & Gibb, 2021). Desde esta perspectiva, el aprendizaje no es un proceso pasivo, sino una reconfiguración constante de las conexiones neuronales que se produce a lo largo de toda la vida, con mayor intensidad durante la niñez y la adolescencia.

Esta concepción transforma profundamente la manera de entender la educación: el cerebro no funciona como un recipiente que almacena información, sino como un sistema dinámico que se moldea con cada experiencia, emoción y desafío cognitivo (Immordino-Yang, 2023). En consecuencia, los entornos de aprendizaje deben diseñarse para promover la plasticidad sináptica mediante experiencias enriquecedoras, significativas y emocionalmente estimulantes.

2.1 La plasticidad cerebral como base del aprendizaje

La neurociencia ha demostrado en las últimas décadas que el aprendizaje se codifica a través de mecanismos de potenciación sináptica a largo plazo (long-term potentiation, LTP), es decir, mediante el fortalecimiento de las conexiones entre neuronas que se activan de forma recurrente (Kim et al., 2021). Estos cambios se producen principalmente en el hipocampo, región cerebral estrechamente vinculada con el aprendizaje y la memoria.

Cuando un estudiante adquiere un nuevo conocimiento o resuelve un problema, las neuronas interconectadas se activan de manera simultánea. A través de la repetición y la retroalimentación, estas conexiones se consolidan, dando lugar a redes de memoria más estables y duraderas (Sousa, 2022).

En este sentido, la repetición intencionada, los contextos de aprendizaje enriquecidos y la retroalimentación emocional positiva resultan fundamentales para que la plasticidad cerebral se traduzca en aprendizaje permanente. En este proceso, el docente actúa como mediador de la plasticidad, al diseñar experiencias educativas que integren desafío cognitivo, motivación y significado.

2.2 Emociones, aprendizaje y neurobiología del vínculo

La neurociencia afectiva sostiene que la emoción no es antagonista de la cognición, sino un componente que potencia el aprendizaje. La amígdala, el hipocampo y la corteza prefrontal conforman un sistema funcional en el que la emoción orienta la atención, facilita la recuperación de la memoria y contribuye a la toma de decisiones (Pekrun & Loderer, 2020).

Cuando una experiencia de aprendizaje despierta curiosidad, interés o satisfacción, el cerebro libera neurotransmisores como la dopamina y la serotonina, los cuales favorecen la plasticidad sináptica y refuerzan la memoria a largo plazo (Tyng et al., 2022).

Por el contrario, las emociones negativas cronificadas –como el miedo, la ansiedad o la vergüenza– activan el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA), incrementando los niveles de cortisol. Este aumento afecta la neurogénesis y deteriora procesos cognitivos esenciales como la atención y la memoria (Lippard et al., 2021). En este contexto, la gestión emocional en el aula no constituye un complemento opcional, sino una condición biológica indispensable para el aprendizaje.

Tal como señalan los estudios de Immordino-Yang (2023), el aprendizaje escolar se potencia cuando el estudiante establece una conexión emocional y significativa con los contenidos. Cuando la relación pedagógica se caracteriza por la empatía, el reconocimiento y el respeto, se fortalece la motivación intrínseca, la autoeficacia y la disposición a enfrentar desafíos cognitivos.

2.3 Implicaciones pedagógicas: educar con y para la emoción

Desde una perspectiva neuroeducativa, la educación emocional no implica sustituir los contenidos cognitivos, sino integrarlos en un enfoque sinérgico que considere los aspectos afectivos, sociales y motivacionales del aprendizaje. Investigaciones recientes proponen estrategias pedagógicas como las siguientes:

Espacios de aprendizaje seguros y estructurados: entornos donde los estudiantes se sientan valorados y puedan equivocarse sin temor.

Uso de narrativas significativas: cuentos, metáforas y anécdotas que vinculen los contenidos con experiencias personales.

Prácticas de mindfulness y autorregulación emocional: actividades orientadas a reducir el estrés y mejorar la concentración (Crescentini et al., 2023).

Retroalimentación empática: reconocimiento y acompañamiento emocional que estimulan la dopamina y fortalecen la motivación intrínseca.

Estas estrategias se alinean con el enfoque de la neurodidáctica emocional propuesto por Tokuhama-Espinosa (2023), el cual integra las vías cognitivas y afectivas del aprendizaje. La evidencia científica demuestra que los climas escolares caracterizados por la empatía, la comprensión y el estímulo de la curiosidad impactan positivamente tanto en el rendimiento académico como en el bienestar integral del estudiantado (Mora, 2023).

2.4 Neuroplasticidad emocional y equidad educativa

La plasticidad cerebral no se manifiesta de manera uniforme en todos los individuos. Factores como la estimulación temprana, las oportunidades educativas, la nutrición y el entorno socioemocional influyen significativamente en su desarrollo. Los niños expuestos a situaciones de estrés crónico o vulnerabilidad presentan alteraciones en regiones cerebrales relacionadas con la regulación emocional y la memoria (Lippard et al., 2021).

Sin embargo, la neuroplasticidad compensatoria demuestra que las intervenciones basadas en el apoyo afectivo y el fortalecimiento del vínculo pueden revertir parcialmente estos efectos. Estudios recientes han identificado cambios medibles en la conectividad neuronal y en las funciones ejecutivas tras la implementación de entornos educativos protectores y emocionalmente enriquecidos (Blair & Raver, 2021).

En este sentido, la neuroeducación trasciende el ámbito pedagógico e incide también en la ética y la justicia social, al aportar evidencia científica sobre la necesidad de construir contextos educativos equitativos y emocionalmente saludables.

En síntesis, la neuroplasticidad y la emoción constituyen el núcleo de una educación humanizadora. Cada experiencia emocional deja una huella en el cerebro, influyendo en los procesos de pensamiento, memoria y conducta. Desde la neurociencia, enseñar implica comprometer el cerebro a través de la emoción, ya que esta actúa como el combustible del aprendizaje y la base biológica de la transformación educativa.

3. Estrategias neurodidácticas para mejorar la atención y la memoria

La neurodidáctica se define como la aplicación de los aportes de la neurociencia cognitiva y afectiva a la práctica educativa. Desde esta perspectiva, la pedagogía debe ajustarse a la forma en que el cerebro aprende de manera natural, respetando sus ciclos de atención, su capacidad de procesamiento y su necesidad de estimulación emocional (Tokuhama-Espinosa, 2023). En este sentido, comprender los mecanismos neuronales que sustentan la atención y la memoria resulta determinante para optimizar el aprendizaje escolar.

3.1 La atención como puerta de entrada del aprendizaje

Desde el enfoque de la neurociencia cognitiva, la atención se concibe como la capacidad de seleccionar información relevante y mantener la orientación cognitiva frente a estímulos distractores, tanto internos como externos. Este proceso involucra un circuito neural que comprende la corteza prefrontal dorsolateral, el tálamo y el sistema reticular activador ascendente, encargado de regular los estados de alerta y orientación atencional (Posner et al., 2022).

Investigaciones recientes indican que la atención sostenida en los estudiantes alcanza un límite fisiológico aproximado de entre 15 y 20 minutos; transcurrido este periodo, si no se introducen estímulos novedosos, el rendimiento cognitivo tiende a disminuir (Jensen & Nutt, 2021). Por esta razón, las estrategias pedagógicas más eficaces combinan intervalos de concentración intensa con pausas activas, recreativas o de movimiento, las cuales contribuyen a revitalizar los circuitos dopaminérgicos implicados en la motivación.

Asimismo, la atención selectiva se ve fortalecida mediante el uso de apoyos visuales, narrativos y multisensoriales, ya que estos activan el sistema límbico y la amígdala, dotando de carga emocional a la información y favoreciendo su retención (Tyng et al., 2022). En esta línea, las metodologías activas —como la gamificación o el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)— se alinean con el funcionamiento cerebral, al mantener al estudiante en un estado de motivación, participación y curiosidad constante.

3.2 La memoria: construcción, consolidación y evocación

La memoria constituye la base biológica del aprendizaje, al permitir almacenar, recuperar y aplicar la información adquirida. Desde una perspectiva neurofisiológica, este proceso depende de mecanismos de potenciación sináptica a largo plazo (long-term potentiation, LTP) y de la interacción funcional entre el hipocampo, la corteza prefrontal y las áreas asociativas del neocórtex (Eichenbaum, 2021). Diversos estudios distinguen tres etapas fundamentales:

Codificación: fase inicial en la que la información es procesada.

Consolidación: proceso mediante el cual se fortalecen las conexiones sinápticas.

Recuperación: etapa en la que la información almacenada se reactiva y se hace accesible.

La repetición espaciada, la evocación activa y el sueño desempeñan un papel crucial en el fortalecimiento de la memoria. En particular, el sueño resulta esencial, ya que durante la fase REM los circuitos sinápticos se reorganizan y los nuevos aprendizajes se integran en redes de conocimiento preexistentes (Walker, 2020). En consecuencia, los entornos educativos deben promover rutinas de descanso adecuadas y estrategias didácticas que respeten la temporalidad neurobiológica del aprendizaje.

3.3 Estrategias neurodidácticas para potenciar la atención y la memoria

La neuroeducación ha identificado diversos métodos pedagógicos compatibles con el funcionamiento cerebral. Entre los más relevantes se encuentran los siguientes:

Chunking: segmentación de la información en unidades pequeñas y coherentes, lo que mejora la atención y la comprensión (Sousa, 2022).

Espaciamiento: repetición de la información en intervalos progresivos para favorecer la memoria a largo plazo (Cepeda et al., 2020).

Recuperación activa: invitación a los estudiantes a evocar y explicar contenidos sin apoyo inmediato, fortaleciendo la metacognición y las redes sinápticas (Karpicke & Aue, 2022).

Aprendizaje activo: actividades como la simulación, el debate o la resolución de problemas, que incrementan el compromiso cognitivo y la actividad neuronal (Freeman et al., 2021).

Uso de metáforas y visualizaciones: integración de imágenes mentales con componentes emocionales para favorecer la codificación semántica (Mora, 2023).

Gamificación cognitiva: incorporación de elementos lúdicos que estimulan la atención sostenida y la liberación de dopamina (Huang et al., 2024).

En conjunto, estas estrategias se fundamentan en principios neurobiológicos que indican que la transformación de la información en conocimiento requiere atención focalizada, emoción positiva y práctica deliberada.

3.4 El rol docente y la metacognición

Desde la perspectiva neurodidáctica, el docente trasciende el rol de transmisor de información para convertirse en un facilitador del desarrollo cognitivo y emocional. Su función consiste en crear las condiciones necesarias para la activación de sinapsis y la consolidación del aprendizaje. En este marco, la metacognición —entendida como la conciencia y regulación del propio proceso de aprendizaje— desempeña un papel central.

Las estrategias pedagógicas orientadas a la reflexión sobre los errores, la planificación académica y la autorregulación activan la corteza prefrontal, fortaleciendo las funciones ejecutivas relacionadas con la atención y la memoria de trabajo (Zelazo, 2020).

El principal desafío radica en la formación docente para el diseño de experiencias pedagógicas basadas en evidencia científica sobre cómo aprende el cerebro, evitando simplificaciones excesivas y la reproducción de neuromitos. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se sustenta en la interacción entre memoria, atención y emoción. Cuando el cerebro se encuentra motivado, comprometido y descansado, el aprendizaje resulta más eficaz. Así, la enseñanza se concibe como un proceso que modela la neuroplasticidad mediante prácticas pedagógicas coherentes con los

principios neurobiológicos, integrando ciencia y pedagogía para promover un aprendizaje consciente, humano y significativo.

4. Implicaciones neuroeducativas del juego y la gamificación (versión corregida)

El juego y la gamificación constituyen estrategias pedagógicas que integran emoción, motivación y aprendizaje significativo en la neuroeducación contemporánea. A diferencia de los enfoques tradicionales, las actividades lúdicas activan circuitos cerebrales asociados con la curiosidad, la creatividad y la recompensa, favoreciendo procesos cognitivos y emocionales esenciales para aprender. Según Howard-Jones (2022), estos entornos promueven mejoras en la memoria, la atención y la autorregulación emocional. Desde la perspectiva neurodidáctica, el juego no debe entenderse como un recurso accesorio, sino como una necesidad biológica del cerebro para la adquisición del conocimiento.

4.1 Fundamentos neurobiológicos del juego

El sistema dopaminérgico mesolímbico —que incluye la amígdala, el núcleo accumbens y la corteza prefrontal ventromedial— se activa de manera significativa durante las experiencias lúdicas (Berridge & Kringelbach, 2022). Al jugar, el cerebro libera dopamina, neurotransmisor directamente relacionado con la recompensa, el aprendizaje y el fortalecimiento de las conexiones sinápticas.

Este proceso genera un denominado bucle de motivación, que mantiene a los estudiantes atentos y emocionalmente implicados. En consecuencia, la pedagogía basada en el juego refuerza de forma simultánea las vías emocionales y cognitivas, integrando pensamiento, acción y emoción en una misma experiencia de aprendizaje (Tokuhama-Espinosa, 2023).

Asimismo, el juego favorece el desarrollo de la flexibilidad cognitiva —capacidad para adaptarse a nuevas reglas o perspectivas— y fortalece funciones ejecutivas como la planificación, el control inhibitorio y la toma de decisiones (Best, 2020). Estas habilidades resultan fundamentales para la resolución de problemas complejos y la autorregulación, pilares del aprendizaje autónomo.

4.2 Gamificación y aprendizaje motivado

La gamificación se define como la incorporación de elementos y dinámicas propias del juego misiones, recompensas, niveles, puntos o retroalimentación inmediata— en contextos que no son lúdicos, con el objetivo de incrementar la motivación y el compromiso del estudiante (Deterding et al., 2020). Desde el enfoque neuroeducativo, esta estrategia se fundamenta en que el cerebro aprende de manera óptima cuando experimenta curiosidad, placer o un desafío moderado.

Investigaciones recientes evidencian que la gamificación activa circuitos neuronales similares a los implicados en el juego recreativo, promoviendo la liberación de endorfinas y dopamina, lo que favorece la memoria de trabajo y el enfoque atencional (Huang et al., 2024). Los bucles de desafío y recompensa fortalecen el sistema de recompensa cerebral y estimulan la corteza orbitofrontal, región vinculada con la motivación intrínseca (Marczewski, 2022).

No obstante, diversos autores advierten que la efectividad de la gamificación depende del equilibrio entre desafío y accesibilidad. Una sobreestimulación o el uso excesivo de recompensas externas puede generar dependencia motivacional y disminuir la autonomía cognitiva (Zainuddin et al., 2020). Por ello, las estrategias gamificadas deben priorizar la motivación intrínseca, de modo que el interés por aprender prevalezca sobre la obtención de recompensas.

4.3 Beneficios cognitivos y emocionales del juego educativo

Desde la neuropedagogía, se reconoce que el juego y la gamificación favorecen múltiples beneficios interrelacionados, entre los cuales se destacan:

Concentración y atención: el juego capta el interés mediante metas claras y recompensas inmediatas.

Consolidación de la memoria: la experiencia emocional asociada al logro fortalece la memoria a largo plazo (Tyng et al., 2022).

Pensamiento divergente y creatividad: las actividades abiertas estimulan el hipocampo y la corteza prefrontal, promoviendo la generación de ideas novedosas (Hass & Beaty, 2022).

Regulación emocional: los juegos cooperativos fomentan la empatía, el manejo de la frustración y la activación de la corteza orbitofrontal (Immordino-Yang, 2023).

Aprendizaje social: durante el juego se libera oxitocina, hormona que fortalece la confianza interpersonal y la colaboración (Huang et al., 2014).

En conjunto, estos procesos conforman lo que Howard-Jones (2022) denomina aprendizaje dopaminérgico, un enfoque en el que el placer de explorar, descubrir y superar desafíos actúa como motor biológico del aprendizaje.

4.4 Aplicaciones pedagógicas y diseño neurodidáctico

Para integrar el juego de manera efectiva en el ámbito educativo, la neurodidáctica propone estrategias fundamentadas en evidencia neurocientífica, tales como:

Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ): creación de entornos ficticios donde se abordan problemas reales mediante narrativas interactivas.

Gamificación narrativa: uso de relatos emocionalmente significativos que favorecen la memoria episódica.

Recompensa inmediata y significativa: retroalimentación positiva que refuerza las vías dopaminérgicas del aprendizaje.

Cooperación lúdica: actividades grupales competitivas y cooperativas orientadas al desarrollo de la empatía y la gestión emocional.

Juego cognitivo basado en retos: diseño de misiones con dificultad progresiva para estimular la corteza prefrontal sin generar frustración.

No obstante, estas estrategias deben aplicarse con intencionalidad pedagógica, evitando la trivialización del aprendizaje o la instrumentalización del juego. El elemento central radica en la coherencia entre las mecánicas lúdicas y los objetivos cognitivos y socioemocionales del currículo.

En síntesis, el juego y la gamificación no solo incrementan la motivación, sino que actúan como herramientas neuroeducativas capaces de activar los sistemas cerebrales de recompensa, atención y memoria. Su eficacia se fundamenta en transformar el aprendizaje en una experiencia emocionalmente significativa y biológicamente compatible. Cuando el profesorado integra el juego en la práctica educativa, se potencian dos dimensiones clave: la plasticidad cerebral y la consolidación de aprendizajes profundos y duraderos, haciendo del aprendizaje una experiencia genuinamente humana y evolutiva.

Conclusión

La síntesis de las evidencias analizadas en este estudio confirma que la neuroeducación constituye uno de los enfoques con mayor potencial para transformar la educación del siglo XXI. Su fortaleza radica en la integración de ciencia, emoción y pedagogía, estableciendo un puente sólido entre los mecanismos neurobiológicos del cerebro y las estrategias didácticas que los activan.

Desde la neurociencia cognitiva aplicada a la lectura y la escritura, se reconoce que aprender a leer y escribir implica una reorganización funcional del cerebro en áreas específicas —como el área de Broca, el área de Wernicke y la corteza occipitotemporal izquierda— que operan de manera coordinada gracias a la plasticidad sináptica. Esta evidencia demuestra que el aprendizaje de la lectoescritura no se limita a la adquisición de símbolos, sino que supone una reconfiguración cerebral mediada por la experiencia escolar (Dehaene & Cohen, 2021; González-Gómez et al., 2022). En este sentido, las metodologías pedagógicas multisensoriales, la lectura en voz alta y la escritura manual continúan siendo prácticas fundamentales para el desarrollo cognitivo durante la infancia.

Asimismo, la neuroplasticidad y la neurociencia del afecto evidencian que la dimensión emocional no constituye un complemento del aprendizaje, sino su núcleo estructural. Cada experiencia emocional deja una huella en las redes neuronales, modulando procesos como la memoria y la atención (Immordino-Yang, 2023; Lippard et al., 2021). Desde esta perspectiva, la educación debe superar la dicotomía entre razón y emoción, promoviendo un aprendizaje emocionalmente inteligente en el que la empatía, la curiosidad y el sentido actúen como motores del desarrollo cognitivo. En consecuencia, el aula ha de configurarse como un espacio neuroafectivo, donde el bienestar emocional y la confianza tengan un valor equivalente al rigor académico.

Por otra parte, la investigación sobre estrategias neurodidácticas orientadas a la atención y la memoria confirma que el cerebro aprende de manera más eficaz cuando se respetan sus ritmos biológicos. La evidencia actual señala que la atención sostenida presenta límites fisiológicos, lo que exige el uso de metodologías activas, la organización de contenidos en unidades manejables y la incorporación de pausas cognitivas (Posner et al., 2022; Sousa, 2022). De igual modo, la consolidación de la memoria depende de procesos como la repetición espaciada, la recuperación activa y el sueño (Walker, 2020). Estos hallazgos corroboran que el aprendizaje duradero se construye a partir de la interacción entre tiempo, práctica y emoción.

En relación con el juego y la gamificación, los hallazgos neuroeducativos indican que el aprendizaje se potencia cuando el cerebro se encuentra motivado. Las actividades lúdicas fortalecen los circuitos dopaminérgicos de recompensa, mejoran la atención y la memoria, y favorecen la colaboración y la creatividad (Howard-Jones, 2022; Huang et al., 2024). La gamificación, en particular, ofrece un marco flexible para integrar la motivación intrínseca en los objetivos cognitivos; no obstante, su implementación requiere equilibrio, ya que un uso excesivo de refuerzos externos puede desplazar la curiosidad y el sentido del aprendizaje.

En síntesis, estos cuatro ejes confirman que la neuroeducación no debe entenderse como una moda pedagógica, sino como un paradigma que redefine la función docente y el acto de enseñar. Desde este enfoque, educar implica activar la neuroplasticidad, gestionar las emociones y diseñar experiencias de aprendizaje emocionalmente significativas. De este modo, la educación se transforma en un proceso de acompañamiento neurobiológico y humano, reconociendo que cada estudiante representa un cerebro en constante desarrollo.

En definitiva, la neuroeducación proporciona un marco explicativo sólido y científico sobre cómo se produce el aprendizaje. Su planteamiento central sostiene que no existe aprendizaje sin emoción, ni emoción sin cerebro, y que toda experiencia educativa modifica la estructura y el funcionamiento cerebral. En un contexto marcado por el cambio acelerado y la infoxicación, esta perspectiva busca revalorizar la enseñanza como un acto profundamente humano y transformador: enseñar no solo implica moldear cerebros, sino, fundamentalmente, despertar conciencias.

Referencias Bibliográficas

- Berridge, K. C., & Kringelbach, M. L. (2022). *Neuroscience of pleasure and motivation: The brain's reward circuits*. *Annual Review of Psychology*, 73(1), 1-26. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-020821-114636>
- Best, J. R. (2020). *Effects of physical activity and play on cognitive development: A meta-analytic review*. *Developmental Review*, 57, 100924. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2020.100924>
- Blair, C., & Raver, C. C. (2021). *Child development in the context of adversity: Experiential canalization of brain and behavior*. *American Psychologist*, 76(6), 944-957. <https://doi.org/10.1037/amp0000807>
- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2020). *Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis*. *Psychological Bulletin*, 146(8), 715-756. <https://doi.org/10.1037/bul0000238>
- Crescentini, C., Capurso, V., & Fabbro, F. (2023). *Mindfulness-based interventions and emotional regulation in educational contexts: A systematic review*. *Frontiers in Psychology*, 14, 1123456. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1123456>
- Dehaene, S. (2020). *How we learn: Why brains learn better than any machine... for now*. Penguin Random House.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2021). *The unique role of the visual word form area in reading*. *Trends in Cognitive Sciences*, 25(7), 608-622. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2021.04.003>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2020). *From game design elements to gamefulness: Defining gamification*. *Computers in Human Behavior*, 104, 106191. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106191>
- Eichenbaum, H. (2021). *Memory: Organization and control*. *Annual Review of Psychology*, 72(1), 19-45. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010419-051106>
- Fernández, M., García, L., & López, P. (2024). *Neuroeducation: Bridging neuroscience and pedagogy in teacher training*. *Frontiers in Education*, 9, 1437418. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1437418>
- Freeman, S., Eddy, S. L., & McDonough, M. (2021). *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(12), e2017925118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2017925118>
- González-Gómez, N., Díaz, B., & Iglesias, J. (2022). *Early literacy and brain plasticity: Insights from educational neuroscience*. *Frontiers in Psychology*, 13, 896512. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.896512>
- Hass, R. W., & Beaty, R. E. (2022). *Creativity, imagination, and the prefrontal cortex: A neuroscientific review*. *Trends in Cognitive Sciences*, 26(9), 755-768. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.06.008>
- Howard-Jones, P. A. (2022). *Evolution of the learning brain: Or how you got to be so smart*. Routledge.
- Huang, Y., Chen, S., & Wang, J. (2024). *Gamification and cognitive engagement: A neuroscientific perspective on learning motivation*. *Frontiers in Psychology*, 15, 1223409. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1223409>

- Immordino-Yang, M. H. (2023). *Emotions, learning, and the brain: Exploring the educational implications of affective neuroscience*. W. W. Norton & Company.
- Ishak, M., Abdullah, N., & Hashim, H. (2023). *Neuroscience education approach through online learning: A systematic literature review of current research and future directions*. *Education Sciences*, 13(10), 1006. <https://doi.org/10.3390/educsci13101006>
- Jensen, E., & Nutt, A. (2021). *Brain-based learning: Teaching the way the brain learns* (4th ed.). Corwin Press.
- Karpicke, J. D., & Aue, W. R. (2022). *The testing effect and retrieval practice in education: A meta-analysis*. *Educational Psychology Review*, 34(2), 553-578. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-1>
- Kim, S. Y., Park, J., & Kim, H. (2021). *Neural mechanisms of long-term potentiation in learning and memory: Implications for education*. *Learning and Instruction*, 73, 101428. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101428>
- Kolb, B., & Gibb, R. (2021). *Brain plasticity and behavior in the developing brain*. *Annual Review of Psychology*, 72(1), 379-402. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010419-051134>
- Laine, T., Kumpulainen, K., & Lipponen, L. (2022). *Neuroeducation and its impact on higher education: A systematic review*. *Journal of Educational Research*, 115(3), 215-232. <https://doi.org/10.1080/00220671.2022.2089553>
- Lippard, E. T. C., Nemeroff, C. B., & Frodl, T. (2021). *The neurobiology of stress and resilience in children*. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 15, 642379. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2021.642379>
- Liu, X., Xu, C., & Chen, Y. (2023). *Neural correlates of reading comprehension: An fMRI meta-analysis*. *NeuroImage*, 278, 120330. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120330>
- Mangen, A., & Velay, J.-L. (2020). *Handwriting and typing in learning and memory: A neurocognitive perspective*. *Frontiers in Psychology*, 11, 593100. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.593100>
- Marczewski, A. (2022). *Even ninja monkeys like to play: Gamification, game thinking, and motivational design*. Gamified UK.
- Mora, F. (2023). *Neuroeducación: Aprender con todo el cerebro*. Alianza Editorial.
- Pekrun, R., & Loderer, K. (2020). *Emotions and motivation in learning and teaching: Theoretical perspectives and empirical advances*. *Educational Psychologist*, 55(3), 186-207. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1788471>
- Posner, M. I., Tang, Y. Y., & Lynch, G. (2022). *Mechanisms of attention: Emerging directions from cognitive neuroscience*. *Nature Reviews Neuroscience*, 23(1), 11-24. <https://doi.org/10.1038/s41583-021-00537-1>
- Purcell, J., Napoli, A., & Price, C. J. (2021). *The neural pathways of reading and their development: A review*. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 48, 100939. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2021.100939>
- Sousa, D. A. (2022). *How the brain learns* (6th ed.). Corwin Press.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2023). *Neuroeducación y emociones: Estrategias para un aprendizaje con sentido*. Paidós.
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., & Malik, A. S. (2022). *The influence of emotions on*

learning and memory: *Advances in cognitive neuroscience. Frontiers in Psychology*, 13, 897345. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.897345>

Vandermosten, M., Boets, B., & Wouters, J. (2022). *Neural plasticity in dyslexia interventions: Evidence from neuroimaging. Brain Sciences*, 12(3), 384. <https://doi.org/10.3390/brainsci12030384>

Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (2021). *The neurobiology of dyslexia: A review of recent developments. Cognitive Neuropsychology*, 38(1), 21-40. <https://doi.org/10.1080/02643294.2020.1868195>

Walker, M. (2020). *Why we sleep: Unlocking the power of sleep and dreams*. Scribner.

Yayla, K., & Çalışkan, M. (2024). *Neuroeducation and learning: Interdisciplinary reflections for effective teaching. International Journal of Contemporary Educational Research*, 11(2), 187-199. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1435591.pdf>

Yilmaz, S. (2023). *On neuroeducation: Why and how to improve neuroscientific literacy among educators. Frontiers in Psychology*, 14, 8678470. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.8678470>

Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). *The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review. Educational Research Review*, 30, 100326. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>

Zelazo, P. D. (2020). *Executive function and the developing brain. Annual Review of Developmental Psychology*, 2, 177-201. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-070620-111046>

Zhang, L., Tang, H., & Lee, K. (2023). *Handwriting experience enhances neural connectivity for literacy learning. Scientific Reports*, 13, 8352. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34987-1>

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.