



NEUROCIENCIA, NEUROEDUCACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UNA TRÍADA PARA TRANSFORMAR LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL SIGLO XXI

NEUROSCIENCE, NEUROEDUCATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A TRIAD TO TRANSFORM 21ST CENTURY TEACHING AND LEARNING

Evelisy Linares Rodríguez

Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona” Cuba

evelisy94lr@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2032-3731>

José Ignacio Niño González

Universidad Complutense de Madrid, España

josenino@ucm.es

<https://orcid.org/0000-0001-6940-2399>

Recibido: 22 de marzo de 2025

Revisado: 10 de mayo de 2025

Aprobado: 29 de agosto de 2025

Cómo citar: Linares Rodríguez, E. y Niño González, J. I. (2025). Neurociencia, Neuroeducación e Inteligencia Artificial: Una tríada para transformar la enseñanza-aprendizaje del siglo XXI. *Bibliotecas. Anales de Investigación*;21(2) Monográfico, 1-15

RESUMEN:

Objetivo: Este artículo analiza la convergencia entre neurociencia, neuroeducación e inteligencia artificial (IA) como tríada para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el siglo XXI. Se pretende examinar cómo los principios neurocientíficos pueden orientar el diseño de tecnologías educativas inteligentes y cuáles son los beneficios y riesgos de su integración. **Metodología:** Se realizó una revisión bibliográfica de investigaciones recientes (2020–2025) y un análisis crítico de casos de aplicación de IA educativa, particularmente en plataformas cognitivas (CogniFit, Lumosity) y tutorías virtuales adaptativas y generativas (Duolingo Max, Khanmigo). Asimismo, se consideran experiencias emergentes con interfaces cerebro-computadora (BCI) y sistemas de detección temprana de dislexia y TDAH basados en IA. **Resultados y Discusión:** La evidencia muestra que la IA adaptativa mejora la personalización y la motivación, como en Duolingo, donde el modelo Birdbrain ajusta la dificultad y logra aprendizajes comparables a varios semestres universitarios. Khanmigo, basado en GPT-4, ha demostrado incrementos en participación y rendimiento en aulas piloto. **Conclusiones:** las analíticas de aprendizaje facilitan al docente identificar patrones cognitivos y planificar intervenciones diferenciadas. Sin embargo, persisten riesgos vinculados a sesgos algorítmicos, dependencia tecnológica y posibles efectos de deshumanización del aprendizaje. No obstante, su implementación debe estar guiada por marcos éticos y pedagógicos que aseguren que la IA complemente, y no sustituya, la mediación humana, preservando así la integralidad del aprendizaje. **Aportes:** La tríada

neurociencia–neuroeducación–IA ofrece oportunidades inéditas para diseñar entornos educativos más inclusivos y efectivos.

PALABRAS CLAVE: Neuroeducacion; Aprendizaje; Tecnologías; Inteligencia Artificial; Innovación

ABSTRACT:

Objective: This article analyzes the convergence of neuroscience, neuroeducation, and artificial intelligence (AI) as a triad to transform teaching and learning processes in the 21st century. It aims to examine how neuroscientific principles can guide the design of intelligent educational technologies and what the benefits and risks of their integration are. **Methodology:** A literature review of recent research (2020–2025) and a critical analysis of educational AI application cases were conducted, particularly in cognitive platforms (CogniFit, Lumosity) and adaptive and generative virtual tutoring (Duolingo Max, Khanmigo). Emerging experiences with brain-computer interfaces (BCIs) and AI-based early detection systems for dyslexia and ADHD are also considered. **Results and Discussion:** The evidence shows that adaptive AI improves personalization and motivation, as in Duolingo, where the Birdbrain model adjusts the difficulty and achieves learning comparable to several university semesters. Khanmigo, based on GPT-4, has demonstrated increases in participation and performance in pilot classrooms. **Conclusions:** Learning analytics helps teachers identify cognitive patterns and plan differentiated interventions. However, risks remain related to algorithmic biases, technological dependence, and potential dehumanizing effects on learning. Nevertheless, its implementation must be guided by ethical and pedagogical frameworks that ensure AI complements, and does not replace, human mediation, thus preserving the holistic nature of learning. **Contributions:** The triad of neuroscience, neuroeducation, and AI offers unprecedented opportunities to design more inclusive and effective educational environments.

KEYWORDS: Neuroeducation; Learning; Technologies; Artificial Intelligence; Innovation

INTRODUCCIÓN

El cerebro, maestro de la organización, se encarga de moldear las formas individuales de aprendizaje. A través de sus componentes sensitivos, motores e integradores, orquesta cambios permanentes en el comportamiento y nos impulsa hacia un razonamiento lógico.

Las investigaciones sobre el sistema nervioso central, núcleo del conocimiento neuronal, resulta fundamental para comprender los procesos de aprendizaje (Escorza, 2017). En este escenario, la memoria y el pensamiento se entrelazan en una danza impulsada por las redes neuronales.

Lo que se indaga sobre el cerebro y las tecnologías abre las puertas a una revolución neurotecnológica e innovadora en la enseñanza-aprendizaje. El objetivo: desarrollar habilidades que permitan la incorporación de conocimientos, ya sea a través de la experiencia o la combinación de ambos mecanismos.

Lucas y Moya (2019) apuntan que las neurociencias han arrojado luz sobre problemas de aprendizaje relacionados con el funcionamiento del cerebro y las habilidades cognitivas del individuo.

El cerebro humano, órgano rector del aprendizaje, ha sido objeto de estudio en la neurociencia por décadas. Con el avance de la neuroeducación y la irrupción de tecnologías disruptivas como la Inteligencia Artificial (IA), se abre un nuevo paradigma educativo donde estas tres disciplinas convergen para potenciar los procesos cognitivos, siendo esencial para la selección de técnicas de aprendizaje acertadas, que según el tiempo, los espacios y las características individuales de cada sujeto, variaría con manifestaciones diferentes en cada individuo.

Este artículo reflexiona sobre el impacto sinérgico entre neuroeducación, neurotecnología e IA en la formación de estudiantes adaptados a los desafíos del siglo XXI.

Neuroeducación: Un binomio transformador para la enseñanza-aprendizaje

Los avances tecnológicos han traído consigo un gran desarrollo en los estudios cerebrales y por ello nuevas aplicaciones como al potenciar los procesos de aprendizaje que es uno de los apartados fundamentales que se propone desde la neuroeducación.

Aguirre-Vera y Moya-Martínez (2022) afirman que la innovación educativa es clave en el campo de la pedagogía, al permite la creación de nuevos espacios de aprendizaje consintiendo superar la práctica tradicional de impartir clases.

La neuroeducación según Araya-Pizarro y Espinoza (2020); Ocampo (2019) es una disciplina, que desde el conocimiento del funcionamiento del cerebro y cómo este aprende, se logra indagar la forma en que la persona capta, y cómo el docente puede transmitir el conocimiento. Por otro lado, Díaz-Cabriales (2021) indica que el enlace entre el conocimiento adquirido con el nuevo conocimiento, genera un aprendizaje significativo.

Mora (2013), considera que las actividades escolares de los niños se deben realizar fuera de las aulas, se pueden utilizar ambientes propios de la geografía del lugar, su paisaje, un río, la sombra de un árbol, el bosque u otro elemento de la naturaleza, debido a que estas invitaciones naturales despiertan mayor interés por el aprendizaje.

La neuroeducación viene demostrando que las emociones y los sentimientos juegan un papel preponderante en la vida educativa, es decir, prende la chispa de la motivación, que es como el fuego que empieza a arder en el aprendizaje; donde se demuestra la proporcionalidad de que a mayor creatividad e interés por parte del alumno, también crece el interés por el aprendizaje y el aprendizaje mismo se realiza con mayor calidad.

El aprendizaje que se origina desde la curiosidad, es mejor, con resultados relevantes para la mente del niño, razón por la que ellos formulan muchas preguntas sobre lo que ven, manipulan o piensan, son criterios emitidos por Olid Núñez, (2021). Además, puntualizan que el cerebro humano es como una pelota de plástico, también, -plasticidad cerebral- que está dispuesta aprender de manera continua. Se puede exponer que el aprendizaje se da en la situación personal y social, y no necesariamente desde lo genético.

En el ámbito educativo, la neuroeducación emerge como una disciplina fundamental, tal y como afirma Revilla (2012), al aportar valiosos conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro. Esta área permite diseñar estrategias de enseñanza centradas en el órgano rector del aprendizaje, optimizando así el proceso de adquisición de conocimientos, es una nueva ciencia educativa que fusiona los tres elementos esenciales que integra la educación: neurociencia, psicología educativa y a la educación con el propósito de que se optimicen todos los procesos de aprendizaje de los estudiantes. (Payajo, 2019).

Fernández (2017) define la neuroeducación como una ciencia incipiente que abre las puertas a una nueva pedagogía que integra las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas innovadoras que desarrollan el proceso cognitivo del cerebro, y optimiza la fijación de los conocimientos.

El anterior planteamiento ha sido el principio fundamental en la búsqueda de estrategias que permitan mejorar el proceso educativo, concluyendo que se aprende de mejor manera aquello que gusta y motiva, propiciando nueva información, logrando un aprendizaje más beneficioso. Se afirma que el cerebro está en constante transformación, por lo que, la escuela y los educadores deben ser conscientes de que pueden ser gestores de cambios significativos en el cerebro de sus estudiantes (Caicedo, 2016).

Tomando en cuenta los principios que argumentan la relación entre el uso de las TIC y el aprendizaje, se define a la neurotecnología educativa con un enfoque al uso de las tecnologías en lo concerniente a la educación y al estudio neuronal. “En definitiva, una nueva ciencia del aprendizaje, con base en el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro humano y la metodología utilizada en el empleo de la tecnología en el aula” (Pradas, 2017)

TICs + IA como recursos educativos inteligentes:

La concepción Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) interrelaciona todo a un conjunto de técnicas y tecnologías de avanzadas para el proceso de enseñanza aprendizaje, recurso determinante, debido a que los educandos son nativos cibernéticos, por lo que el docente debe mantenerse actualizado en el empleo de la tecnología, para mantener la atención y transmitir conocimientos de interés para la comunidad educativa (Meza y Moya, 2020).

El vertiginoso desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) ha generado una creciente preocupación en todos los ámbitos sociales, lo que ha motivado a las autoridades a nivel global a replantear sus marcos normativos y estratégicos. Esta aceleración tecnológica demanda, con carácter urgente, la formulación e implementación de políticas públicas coherentes, integrales y transversales desde los niveles más altos de toma de decisiones.

En este contexto, la educación se posiciona como un eje estratégico para el progreso de las sociedades. González-Videgaray y Romero-Ruiz (2022) sostienen que la mejora en la calidad y la eficiencia del aprendizaje requiere el diseño de estrategias pedagógicas fundamentadas en los avances tecnológicos contemporáneos. La incorporación de la IA en los procesos educativos, si bien abre nuevas posibilidades, también introduce riesgos y desafíos significativos que obligan a una reflexión crítica y a la construcción de consensos en torno a políticas reguladoras y marcos éticos adecuados.

Uno de los principales desafíos reside en promover el desarrollo de valores y competencias que permitan una interacción responsable y sostenible con la IA. Asimismo, se torna imprescindible garantizar el uso ético, transparente y verificable de los datos y algoritmos aplicados en el ámbito educativo (Leslie, 2019; Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023).

El desarrollo de la innovación educativa, debe ir a la par de las nuevas propuestas que ofrecen las TIC y la Neuroeducación, tanto para los estudiantes como para los docentes, fundamental esto, para el desarrollo del conocimiento, que adquieren a lo largo de la formación académica (Cobos y Ledesma, 2022).

El tratamiento al concepto de pedagogía sobre el funcionamiento del cerebro se justifica en base a los resultados científicos obtenidos en diferentes áreas y disciplinas afines a la educación, como también, por los investigadores que establecen nuevos paradigmas, diseños de estrategias, siendo fundamentos para la implementación de metodologías, que puedan ser utilizadas en la práctica docente (Pherez, et al. 2018).

La concordancia entre recursos innovadores como los que propician las TIC y la neurociencia permite satisfacer necesidades educativas de forma integral, integrando los métodos y técnicas de investigación tradicionales. Estas tecnologías han logrado conectar los ámbitos de la sociedad, la cultura y la educación (Campos, 2015), facilitando pronósticos para el futuro de la enseñanza.

Importante destacar que el mal uso o abuso de estas herramientas puede generar problemas en las nuevas generaciones. Por ello, es crucial promover un uso controlado y guiado por docentes y familias, a fin de maximizar los beneficios que las TIC y la neuroeducación ofrecen a la enseñanza-aprendizaje.

METODOLOGÍA

Se emplea para el desarrollo de esta investigación la búsqueda bibliográfica y las experiencias adquiridas durante la Escuela de Verano de la Universidad Complutense de Madrid en aras de conocer sobre el tratamiento a la temática por otros autores, en diferentes entornos.

Desde las concepciones de la investigación cualitativa, se aplica el método inductivo que fundamenta crear conclusiones generales basadas en las revisiones y análisis de los resultados de investigaciones previas utilizando técnicas como la observación y comparación cualitativa de la información. La base de dato Dialnet y Google Académico fueron los recursos utilizados para la búsqueda, bajo criterios de inclusión, tales como: documentos en toda su tipología publicados por editoras que practiquen la revisión por pares y están indizadas

en repositorios de información científica de 1er y 2do nivel; según palabras clave: neurotecnología, neuroeducación, aprendizaje, inteligencia artificial en la educación.

El método analítico-sintético se presenta como una herramienta para comprender las relaciones causales que subyacen en la convergencia de las TIC, la neurotecnología y la neuroeducación. A través de este método, se descompone la información en sus partes constituyentes, y se examina las relaciones entre ellas y, lo que sintetiza una visión global.

En este proceso de análisis y síntesis, vinculamos hechos aislados aparentemente inconexos, revelando las conexiones profundas que los unen. De esta manera, podemos extraer conclusiones significativas que iluminan el panorama de la innovación educativa en la era digital. Las TIC aportan herramientas poderosas para potenciar el aprendizaje; la neurotecnología brinda información invaluable sobre el funcionamiento del cerebro, y la neuroeducación permite integrar los conocimientos para diseñar estrategias de enseñanza más efectivas.

El método analítico-sintético permite desentrañar las claves para el aprovechamiento de las áreas que convergen, impulsando así una transformación profunda en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El dinámico panorama educativo actual, por la búsqueda de la excelencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje es una meta. El contexto precisa de la incorporación de recursos innovadores como las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la Neuroeducación que proporcionen una estrategia que optimice la productividad y la eficiencia del conocimiento en el aula de clases.

Las TIC ofrecen un abanico de herramientas digitales que permiten transformar la enseñanza en una experiencia dinámica, interactiva y personalizada. Desde plataformas educativas hasta simuladores virtuales, las TIC ponen a disposición de docentes y estudiantes un universo de posibilidades para explorar, comprender y afianzar conocimientos.

Por su parte, la Neuroeducación aporta una comprensión profunda del funcionamiento del cerebro, permitiendo diseñar estrategias de enseñanza que se ajustan a los ritmos y estilos de aprendizaje individuales. Al comprender cómo aprende el cerebro, podemos crear entornos educativos más estimulantes y efectivos, potenciando así el potencial de cada estudiante.

La sinergia entre TIC y Neuroeducación abre las puertas a un futuro educativo prometedor, donde el aprendizaje se convierte en un proceso personalizado, significativo y enriquecedor.

Reinterpretación de la neuroeducación + IA:

- Incluir cómo los sistemas de IA (por ejemplo, chatbots, asistentes virtuales, plataformas adaptativas) pueden nutrirse de principios neuroeducativos para personalizar la enseñanza.
- Relacionar la plasticidad cerebral con el aprendizaje automatizado (machine learning): ambos aprenden, adaptan y reestructuran en función del entorno.
- Ejemplo: Plataformas como Knewton, Socrative, o sistemas con IA como ChatGPT pueden ajustar contenidos basados en el ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante, tal como recomienda la neuroeducación.

La Inteligencia Artificial Cognitiva (IA) en el ámbito educativo hace referencia al uso de sistemas inteligentes que imitan funciones cognitivas humanas—como el aprendizaje, el razonamiento y la adaptación—con el fin de enriquecer las experiencias de enseñanza y aprendizaje. A diferencia de la IA tradicional, que se basa en algoritmos predefinidos, Emmanuel *et al*, (2025) reconoce que la IA cognitiva aprende de manera continua a partir de las interacciones, comportamientos y respuestas cognitivas del estudiantado. Gracias a técnicas como

el procesamiento del lenguaje natural (PLN), el aprendizaje automático (machine learning) y las redes neuronales, esta tecnología es capaz de analizar grandes volúmenes de datos para personalizar el proceso educativo en tiempo real.

La personalización del aprendizaje es un componente esencial de la educación contemporánea, ya que reconoce que cada estudiante posee estilos, ritmos y preferencias de aprendizaje diferentes. Los modelos educativos tradicionales, basados en enfoques homogéneos, a menudo no logran atender estas diferencias individuales, lo que puede generar desmotivación y una retención de conocimientos deficiente. La personalización, potenciada por la IA, permite diseñar trayectorias de aprendizaje adaptativas, evaluaciones dinámicas y retroalimentación en tiempo real. Esto facilita una comprensión más profunda, mejora los resultados académicos y fortalece la motivación y el compromiso del alumno, al adecuar los contenidos y las estrategias pedagógicas a sus capacidades cognitivas y estados emocionales.

El Papel de las Tecnologías Neuroadaptativas

Las tecnologías neuroadaptativas representan un avance de vanguardia en la personalización del aprendizaje, al integrar datos neurológicos y fisiológicos en tiempo real dentro de sistemas educativos impulsados por IA. Estas tecnologías—como las interfaces cerebro-computadora (BCI), el seguimiento ocular y la computación afectiva—permiten monitorear la carga cognitiva, los niveles de atención y el compromiso emocional del estudiante. En función de esta información, el contenido educativo se ajusta de forma dinámica, generando una experiencia de aprendizaje verdaderamente receptiva y adaptada al estado mental del usuario. La combinación de tecnologías neuroadaptativas con IA cognitiva abre nuevas posibilidades para transformar la educación, haciéndola más intuitiva, eficaz y centrada en el bienestar del aprendiz.

Esta convergencia de disciplinas representa un paso crucial hacia la consecución de la excelencia educativa, preparando a las nuevas generaciones para afrontar los retos del siglo XXI.

Para lograr un aprendizaje significativo es necesaria la combinación de los conocimientos que posee el estudiante y los adquiridos en el transcurso del aprendizaje, conjuntamente con un trabajo comunicativo por parte del profesorado (Contreras, 2016); (B. Feiler, Stabio, 2018). La base epistémica que tiene el estudiante, con el protagonismo de las TIC y Neurociencia, aumenta el proceso cognitivo y por tanto se estima con mayor seguridad el logro de un aprendizaje significativo.

Son varios los factores en el manejo de neuroeducación y neurodidáctica, que según las teorías de Jean Piaget (1972) y Payajo (2019) pueden propiciar un proceso de aprendizaje beneficioso, algunos los más influyentes son:

Tabla 1. Algunos factores en el manejo de neuroeducación y neurodidáctica

Factor	Característica
Plasticidad neuronal	Debido a la capacidad adaptativa del cerebro humano ante los estímulos de entrada y de salida, este es capaz de crear constantemente nuevas neuronas y formar sus conexiones haciendo la sinapsis neuronal entre ellas, de esta manera provee su propia estimulación adecuada y permanente.
Nuronas espejos	Cuando una persona utiliza el cerebro en funciones cerebrales altas, como el razonamiento, la creatividad, el lenguaje, las células del cerebro se activan en cada actividad creando las emociones y acciones, como es el caso de la empatía. Es un campo donde falta investigar en profundidad, sin embargo, los estudios preliminares realizados ya dan resultados más allá de lo esperado.
El manejo de las emociones	Fundamental en la educación, porque la falta de ello interfiere en el proceso de aprendizaje. Es por esto por lo

	que es necesario que desde la docencia se inicie el trabajo con las emociones de manera consciente; el manejo inadecuado perturba los procesos de aprendizajes, caso contrario coadyuvan en el logro de los objetivos propuestos.
La dislexia	Es un trastorno del aprendizaje del estudiante que merece una atención especial y en forma individualizada, porque el estudiante que sufre de esta afección altera la capacidad de leer al confundir el orden de las palabras o sílabas. La base de este trastorno se encuentra en el aspecto neurológico según muchos investigadores; sin embargo, los niños poseen los niveles normales de inteligencia y visión, aunque también afecta en el aprendizaje de las matemáticas, la ortografía y la escritura.

Empoderando a los estudiantes: Tecnologías y Neuroeducación para el aprendizaje del siglo XXI

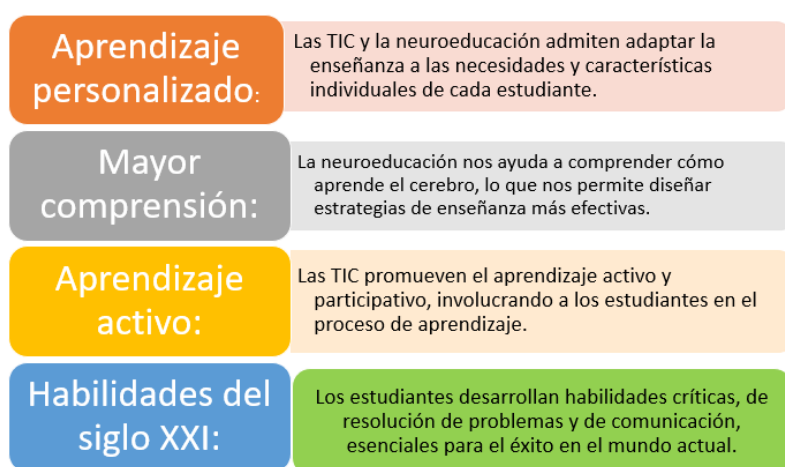
En el panorama educativo actual, las tecnologías y la neuroeducación se presentan como aliadas invaluable para potenciar el aprendizaje de los estudiantes. Al combinar estas herramientas innovadoras, podemos crear entornos de aprendizaje dinámicos, personalizados y efectivos que preparan a las nuevas generaciones para los retos del siglo XXI.

Las herramientas tecnológicas y los avances en neuroeducación, neurociencia y neurotecnología educativa brindan a los estudiantes el poder de construir sus propias estrategias de aprendizaje. A través de nuevos paradigmas y metodologías innovadoras, los estudiantes pueden abordar problemas de manera creativa y efectiva, tanto en el ámbito escolar como en su vida cotidiana.

Escorza (2017) recuerda que el aprendizaje no se limita a la recepción pasiva de información, sino que implica la construcción activa de significado (p. 6). En este proceso, la información debe integrarse a los conocimientos previos y experiencias del estudiante, trascendiendo los límites de los sentidos tradicionales.

La interdisciplinariedad entre la neuroeducación y las TIC facilita este proceso de aprendizaje significativo. Al comprender el funcionamiento del cerebro y las conexiones neuronales, podemos diseñar estrategias de enseñanza que se ajustan a los ritmos y estilos de aprendizaje individuales. De esta manera, las clases se vuelven más interactivas, estimulantes y motivadoras, despertando el interés y la participación de los estudiantes.

Figura 1. Beneficios tangibles:



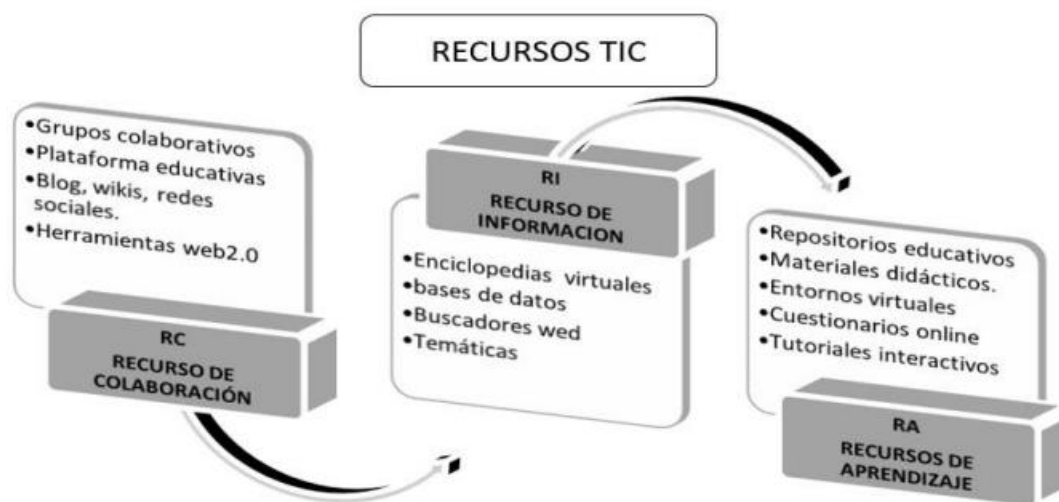
En definitiva, la integración de tecnologías y neuroeducación en el aula representa un paso crucial hacia una educación de calidad para todos. Al empoderar a los estudiantes con las herramientas y el conocimiento

necesarios para construir su propio aprendizaje, estamos preparando a las generaciones futuras para enfrentar los desafíos y oportunidades del mañana.

B. Feiler, Stabio, (2018); Bernaschina, (2019) afirman que la aplicación de una metodología interdisciplinaria propicia una propuesta innovadora para fortalecer los distintos factores de la enseñanza y del aprendizaje a través de las TIC y la Neuroeducación.

La introducción de las TIC en las aulas favorece el desarrollo de prácticas educativas superiores y evidencia la necesidad de una nueva definición de roles, especialmente, para los alumnos y docente (Falco y Kuz, 2016).

Figura 2 Tipología de los Recursos educativos que ofrecen las TICs



Fuente: Meza y Moya (2020)

Las TIC han mejorado el entorno educativo, sin embargo, su uso desmedido, puede conllevar al aislamiento social y la autodependencia, debido a la inmersión de los estudiantes en ese entorno virtual, limitando las relaciones interpersonales y la comunicación presencial con otros miembros de la sociedad

Ante esta situación, los gobiernos de América Latina y el Caribe están tomando medidas para aprovechar el potencial de las TIC de manera responsable y efectiva. Se están implementando políticas públicas que buscan extender la influencia de las tecnologías más allá del ámbito económico, llegando a los sectores social e institucional (Tamayo, 2015).

Es fundamental considerar el contexto local al analizar el impacto de las TIC en la educación. Cada país y región tiene sus propias características socioculturales que influyen en la forma en que las tecnologías se integran en los entornos educativos.

Aprovechando las TIC para el desarrollo integral:

- Acceso equitativo: Garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a las TIC, independientemente de su condición socioeconómica o ubicación geográfica.
- Formación docente: Capacitar a los docentes para integrar las TIC de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas.
- Contenidos de calidad: Desarrollar contenidos educativos relevantes, culturalmente apropiados y adaptados a las necesidades de los estudiantes.
- Uso responsable: Promover el uso responsable de las TIC, fomentando la interacción social, el pensamiento crítico y la ciudadanía digital.

Al abordar estos desafíos de manera integral, se convierte las TIC en una poderosa herramienta para el desarrollo social, cultural y educativo de América Latina y el Caribe.

En la actualidad en la formación académica es fundamental reconocer que no todo lo que las TIC nos ofrece es adecuado para el desarrollo cognitivo del estudiante, para ello es necesario conocer el daño que ocasiona el uso indebido de las tecnologías de la información y comunicación.

Fombella (2018) y Solórzano y Moreira (2023) coinciden en afirmar que la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito educativo está condicionada por una serie de factores que determinan su uso adecuado o no, y por lo tanto, sus resultados en el aprendizaje.

Figura 3. Diagrama del ciclo adaptativo Neurociencia–IA–Docente



La generación actual de estudiantes, habituada al uso constante de las tecnologías, se muestra receptiva a estas herramientas sin discernir, en muchos casos, los potenciales riesgos o efectos negativos asociados a su uso desmedido. Esta situación se convierte en un tema de gran interés para la comunidad científica y educativa, como lo señala Casas (2018), quien advierte sobre la falta de conciencia de los estudiantes en cuanto al uso responsable de las TIC.

Sin embargo, es importante reconocer que las TIC también pueden tener un impacto positivo en los procesos de enseñanza-aprendizaje, impulsando cambios culturales y sociales en los estudiantes. Gracias a estos recursos informáticos, el docente puede convertirse en un facilitador del aprendizaje, promoviendo un cambio en los paradigmas educativos tradicionales.

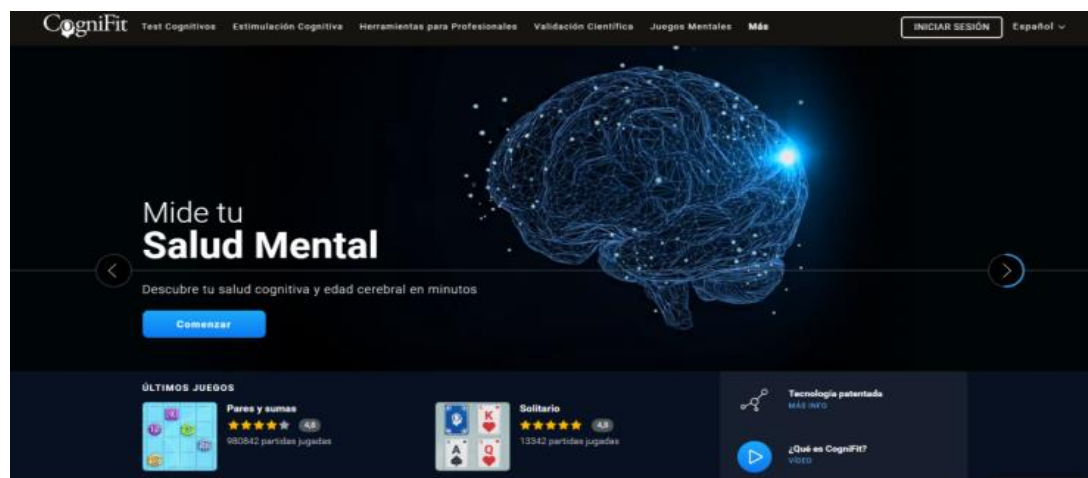
El poder de la tecnología para potenciar el desarrollo humano: CogniFit , LumosLabs, Duolingo y Khanmigo a la vanguardia

CogniFit se posiciona como un referente en la aplicación de la neurociencia para el desarrollo humano. Su plataforma, disponible en 18 idiomas y utilizada por más de 4 millones de personas en todo el mundo, combina saberes neurocientíficos con modelos de evaluación tradicionales y vanguardistas para mejorar la salud cognitiva de sus usuarios.

Fundada por el profesor Shlomo Breznitz, CogniFit ha establecido sólidas alianzas con prestigiosos hospitales e instituciones de investigación a nivel global. Su metodología se basa en un conjunto de pruebas y tareas con rigor científico, cuidadosamente seleccionadas y categorizadas para evaluar y entrenar diversas funciones cerebrales.

CogniFit evalúa y entrena más de 20 habilidades cognitivas clave, ofreciendo una imagen completa y precisa de la cognición humana. Estas evaluaciones se basan en datos y puntuaciones comparadas con un potente algoritmo que utiliza medias demográficas segmentadas por edad y miles de evaluaciones individuales. La eficacia de CogniFit para mejorar las habilidades cognitivas ha sido validada por importantes estudios independientes.

Figura 2 Imagen del sitio: <http://www.cognifit.com.es/>



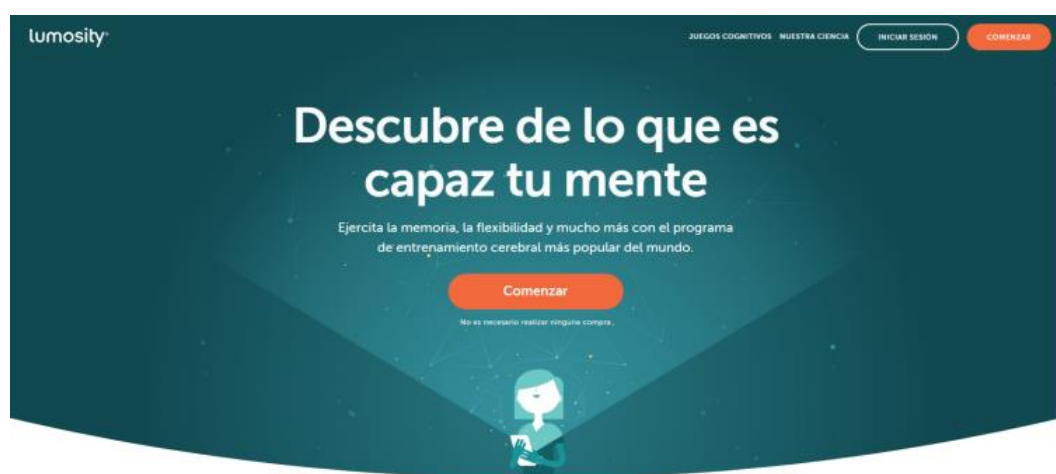
Por otra parte LumosLabs se destaca por su estudio aleatorio, cuyos resultados fueron publicados en una revista científica de renombre.

Según el sitio web de Lumosity, un estudio realizado con usuarios de la plataforma mostró resultados prometedores: tras 10 semanas, los participantes experimentaron mejoras en áreas como la memoria de trabajo, la memoria a corto plazo, la velocidad de procesamiento, la resolución de problemas, el razonamiento fluido y la función cognitiva general en comparación con un grupo de control.

El estudio contó con la participación de 4.715 personas y dividió a los participantes en dos grupos: uno entrenaba con Lumosity durante 15 minutos cinco días a la semana, mientras que el otro grupo realizaba crucigramas en línea como control activo.

Los resultados del estudio demostraron que el grupo que entrenó con Lumosity experimentó mejoras significativas en diversas funciones cognitivas, como la memoria, la atención y la velocidad de procesamiento, en comparación con el grupo de control. Estos hallazgos respaldan la eficacia del entrenamiento cognitivo para mejorar el rendimiento mental.

Figura 3 Imagen sitio <https://www.lumos.com/es>



En resumen, CogniFit y LumosLabs son ejemplos destacados de cómo la tecnología puede potenciar el desarrollo humano al mejorar la salud cognitiva. Sus plataformas, basadas en evidencia científica, ofrecen

herramientas valiosas para que las personas de todas las edades puedan optimizar su rendimiento mental y bienestar general.

Según Payajo (2019) y reafirman otros investigadores, Solórzano, & Moreira (2023), estas aplicaciones permiten al docente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante efectuar las siguientes acciones:

- Aprender sobre el manejo de la neuroeducación y profundizar en los procesos que el alumno realiza para mejorar los aprendizajes.
- Implemente la didáctica educativa y metodológica para mejorar su proceso de aprendizaje.
- Prevenir la deserción escolar atendiendo desde la neuroeducación, la identificación de sus debilidades cognitivas y dificultades de aprendizaje.
- Enriquecer su labor, su metodología, su didáctica para que su enseñanza sea lo más óptimo posible.
- Corregir las dificultades de aprendizaje de sus alumnos y sepa orientarlos.

Por otro lado, Duolingo se ha consolidado como una de las aplicaciones educativas más utilizadas en el mundo gracias a un modelo pedagógico basado en microlearning y gamificación. Sus lecciones breves, interactivas y lúdicas se complementan con un sistema de recompensas (puntos, ligas, insignias) que fomenta la constancia diaria. El motor pedagógico de la plataforma es Birdbrain, un modelo de machine learning que predice la probabilidad de que el estudiante acierte o falle una respuesta. A partir de esta predicción, ajusta dinámicamente la dificultad de los ejercicios, ofreciendo un aprendizaje adaptativo alineado con la “curva de olvido” y la práctica espaciada.

Varios estudios han demostrado la eficacia de este enfoque, como es el caso de Jiang (2021) donde plantea que los usuarios pueden alcanzar niveles de comprensión lectora y auditiva equivalentes a estudiantes universitarios tras varios semestres de instrucción formal. Estos resultados posicionan a Duolingo no solo como una aplicación de entretenimiento educativo, sino como una herramienta con impacto real en la adquisición de lenguas extranjeras.

El potencial de la aplicación se refuerza con su enfoque en analíticas de aprendizaje. Duolingo recoge una gran cantidad de datos del usuario: aciertos y errores, tiempo de respuesta, frecuencia de práctica y uso de ayudas. Con esta información, realiza experimentos de A/B testing a gran escala para identificar qué dinámicas de enseñanza generan mejores resultados y mayor motivación. Esta capacidad analítica permite una mejora continua del diseño instruccional y constituye un claro ejemplo de cómo la inteligencia artificial y el análisis de datos pueden guiar el aprendizaje personalizado a gran escala.

Khanmigo, desarrollado por Khan Academy, representa una nueva generación de tutores virtuales educativos basados en inteligencia artificial generativa. Sustentado en el modelo GPT-4, Khanmigo no se limita a ofrecer respuestas, sino que aplica un enfoque socrático, guiando al estudiante con preguntas y pistas que promueven la reflexión y el razonamiento paso a paso. Además de acompañar el aprendizaje del estudiante, el sistema apoya a los docentes en la planificación de clases, la generación de materiales didácticos y la creación de evaluaciones, reduciendo así la carga administrativa y permitiendo mayor foco en la interacción pedagógica.

Los casos de éxito en torno a Khanmigo muestran un impacto significativo en el aula. En su blog expusieron los resultados obtenidos de su implementación en Enid High School, Oklahoma. En clases de matemáticas permitió reorganizar a los estudiantes en grupos de acuerdo con su desempeño mediante la función Class Snapshot. Esto se tradujo en un aumento en la participación estudiantil, más preguntas de parte de alumnos reticentes y una mejora cuantitativa cercana al 20 % en los puntajes académicos en un solo semestre. Además, la expansión de Khanmigo a decenas de distritos escolares y su disponibilidad para docentes en decenas de países demuestran la escalabilidad y aceptación de esta herramienta en sistemas educativos diversos.

Khanmigo ofrece dashboards que permiten a los profesores monitorear el progreso de sus estudiantes en tiempo real. Estas funciones no sólo agrupan a los alumnos según sus fortalezas y debilidades, sino que también aseguran un uso seguro y transparente del tutor virtual mediante registros de conversación e indicadores de calidad. Técnicas como el chain-of-thought prompting y agentes especializados en matemáticas

refuerzan la precisión de la tutoría, garantizando que el proceso de aprendizaje esté basado en explicaciones claras y verificables. En este sentido, Khanmigo ilustra cómo los modelos de IA generativa pueden integrarse con marcos pedagógicos sólidos para ofrecer experiencias de aprendizaje profundas y personalizadas.

Fig 4. Tipos de IA en Cognifit, Lumosity, Duolingo y Khanmigo



Tanto Duolingo como Khanmigo representan dos modelos paradigmáticos de cómo la inteligencia artificial puede transformar el aprendizaje desde perspectivas complementarias. Duolingo se centra en la enseñanza de lenguas a gran escala mediante IA adaptativa y analíticas predictivas, ofreciendo rutas personalizadas de aprendizaje que han demostrado ser tan efectivas como varios semestres universitarios. Por su parte, Khanmigo encarna el potencial de la IA generativa en entornos escolares, funcionando como un tutor socrático capaz de guiar al estudiante, reducir la carga docente y potenciar la participación en clase, con evidencias de mejoras significativas en rendimiento académico. Mientras Duolingo destaca por su eficiencia masiva y optimización algorítmica, Khanmigo sobresale por su profundidad pedagógica y acompañamiento humano. Ambos casos ilustran cómo la convergencia entre neuroeducación y tecnologías inteligentes abre nuevas vías para personalizar la enseñanza, fortalecer la motivación y, en última instancia, mejorar los procesos de aprendizaje de manera inclusiva y escalable.

CONCLUSIONES

La integración de la neurociencia, la neuroeducación y la inteligencia artificial representa una evolución pedagógica necesaria. Lejos de reemplazar al docente, la IA se postula como un catalizador de la innovación educativa, permitiendo diseñar experiencias de aprendizaje más humanas, inclusivas y basadas en evidencia neurocientífica. La clave reside en una implementación ética, crítica y pedagógicamente fundamentada.

Los estudios de Duraivel (2023) en decodificación neural del habla y escritura imaginada, impulsados por redes profundas y registros de alta resolución, han incrementado notablemente la velocidad/precisión de las prótesis de comunicación. Aunque su despliegue educativo está aún distante —por su carácter mayoritariamente invasivo—, establecen un horizonte claro: bucles de retroalimentación neurofisiológica que ajusten la instrucción en tiempo real (atención/compromiso) y favorezcan la accesibilidad.

La aplicación de las TIC en los procesos cognitivos, y en el ámbito de la educación, es de obligatorio desarrollo. Este estudio evidencia como potenciando las tecnologías con el desarrollo de investigaciones científicas desde la neurociencia, neuroeducación, neurodidáctica y las neurotecnologías se favorece el

desarrollo y mejoras las prácticas educativas y se pone de manifiesto la necesidad de una nueva definición de roles, sustancialmente, para los alumnos y docente.

La IA puede personalizar, incluir y ahorrar tiempo docente al orquestar práctica espaciada, feedback inmediato y andamiajes metacognitivos; pero sin guardrails pedagógicos y gobernanza puede introducir sesgos, dependencia y riesgos a la privacidad. Las guías de UNESCO y la OCDE recomiendan transparencia de modelos, explicabilidad proporcional al riesgo, protección de datos y formación docente en uso responsable. Diseñar tutores que obliguen a explicar (no copiar), promuevan prácticas retrievables y autorregulación, es clave para preservar los beneficios neurocognitivos del esfuerzo.

Mientras estudios en idiomas muestran ganancias con plataformas adaptativas (Duolingo) en habilidades receptivas/productivas, también evidencian que la efectividad depende del diseño instruccional: tutores sin control pueden perjudicar el aprendizaje “en frío”, pero sistemas humano-IA (Khanmigo) que guían a tutores humanos y fomentan preguntas socráticas mejoran el dominio, especialmente en contextos vulnerables.

En paralelo, modelos entrenados con marcos neurocognitivos (EEG/ERP, eye-tracking, conducta en VR) permiten cribado temprano de dislexia/TDAH, apoyando decisiones pedagógicas informadas y personalización de apoyos.

El buen proceso de enseñanza-aprendizaje requiere de innovación, como los que permiten emplear a las TIC y a la Neuroeducación, para la mejora de la productividad y eficiencia del conocimiento en el aula. Propiciar estrategias para lograr un aprendizaje significativo basado en la combinación de los conocimientos que se va adquiriendo en el transcurso del aprendizaje, es esencial para mejorar los desempeños educativos.

El docente debe trazarse estrategias con el fin de ir enriqueciendo la estructura cognitiva del estudiante, es un proceso lento, progresivo y de constante seguimiento e interacción. Proceso en el que como muestra este estudio el docente profundiza para mejorar los aprendizajes; trabaja en función de atenuar las debilidades cognitivas, de atención y aprendizajes, y además optimiza y enriquece su labor docente, su formación metodológica y didáctica, y en definitiva establecer el camino adecuado para una educación de mejor calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre-Vera, L. & Moya-Martínez, M. (2022). La Neuroeducación: estrategia innovadora en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes. *Dominio de Las Ciencias*, 8(2), 1–14. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2656>
- Araya-Pizarro, S. & Espinoza, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1), 1–10. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Bernaschina, C. (2019). Las TIC y Artes mediales: La nueva era digital en la escuela inclusiva. *Alteridad. Revista de Educación Jun 2019*, 14(1), 40-52. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/alteridad/v14n1/1390-325X-Alteridad-14-01-00040.pdf>
- B. Feiler, J; E. Stabio, M. (2018) Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature, *Trends in Neuroscience and Education*, 13, 17-25, <https://doi.org/10.1016/j.tine.2018.11.001>
- Caicedo, H. (2016). *Cerebro y Aprendizaje. Hacia una propuesta educativa*. <https://bibliotecadigital.magisterio.co/node/93894>
- Campos, J. (2015). El uso de las TIC, dispositivos móviles y redes sociales en un aula de la educación secundaria obligatoria. (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada, España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=55897>

- Casas, B. (2018). Uso y abuso de las tecnologías de la información y la comunicación por adolescentes: Un estudio representativo de la ciudad de Madrid. *Revista Metamorfosis*, 28(9), 182- 186. <https://revistametamorfosis.es/index.php/metamorfosis/article/view/100>
- Cobos, R y Ledesma, E.S.(2022) Uso de las TIC y Neuroeducación en estudiantes universitarios. *Revista Internacional de Humanidades* <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3962>
- Contreras, F. (2016). El aprendizaje significativo y su relación con otras estrategias. *Horizonte de la Ciencia*, 6(10), 130-140. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/horizontedelaciencia/article/view/364>
- De Revilla, I. (2012) *Neurociencia aplicada a la educación y el aprendizaje* <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/1715/FIORELLA%20PAYAJO%20JOAQUIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz-Cabriales, A. (2021). *El Modelo de Planeación Neurodidáctica (MOPLANE)*. In *Neuroeducación, de lo científico a lo práctico* (pp. 57–94). Asociación Normalista de Docentes Investigadores A. C. <https://www.andiac.org/publicaciones/LIBRO%20NEUROEDUCACI%C3%93N,%20DE%20LA%20TEOR%C3%8DA%20A%20LA%20PR%C3%81CTICA.pdf>
- Duraivel, S., Rahimpour, S., Chiang, CH. (2023) High-resolution neural recordings improve the accuracy of speech decoding. *Nat Commun* 14, 6938. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42555-1>
- Escorza Walker, J. (2017). Crear puentes entre neurociencia y educación. *Contextos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales*, (37), 89–96. <https://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1266>
- Emmanuel, Mr & Liang, Warren & Rajuroy, Adam. (2025). *Cognitive AI in Personalized Learning: Integrating Neuro-Adaptive Technologies for Real-Time Student Engagement and Knowledge Retention*. <https://n9.cl/hqrst>
- Falco, M. y Kuz, A. (2016). Comprendiendo el aprendizaje a través de las neurociencias, con el entrelazado de las TICs en educación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 17(3), 43-51. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5623648>
- Fernández, C. (2017). Neuroeducación en entornos de realidad aumentada. *Unife*, 13(1), 43-50. https://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/revista_tematica_psicologia_2017/Art.5.pdf
- Flores-Vivar, J. M. y García-Peñalvo, F. J. (2023). La vida algorítmica de la educación: Herramientas y sistemas de inteligencia artificial para el aprendizaje en línea. In G. Bonales Daimiel, y J. Sierra Sánchez (Eds.), *Desafíos y retos de las redes sociales en el ecosistema de la comunicación* (pp. 109-121). McGraw-Hill. <https://repositorio.grial.eu/server/api/core/bitstreams/5b9180a3-3585-495e-9482-88e4a9211036/content>
- Fombella, J. (2018). Ventajas y amenazas del uso de las TIC en el ámbito educativo. *Debates y Prácticas en Educación*, 3(2), 30-46 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=666495>
- González-Videgaray, M. y Romero-Ruiz, R (2022). Inteligencia artificial en educación: De usuarios pasivos a creadores críticos. *Figuras revistas Académica de investigación* 4(1,22). <https://doi.org/10.22201/fesa.26832917e.2022.4.1>

- Jiang, X., Rollinson, J., Plonsky, L., Gustafson, E., & Pajak, B. (2021). Evaluating the reading and listening outcomes of beginning-level Duolingo courses. *Foreign Language Annals*, 54, 974–1002. <https://doi.org/10.1111/flan.12600>
- Leslie, D. (2019). Understanding artificial intelligence ethics and safety: *A guide for the responsible design and implementation of AI systems in the public sector*. The Alan Turing Institute. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3240529>
- Lucas, D. y Moya, M. (2019). *Problemas de aprendizaje e intervención pedagógica*. <https://www.eumed.net/rev/atlanter/2019/08/problemas-aprendizaje.html>
- Meza, L., y Moya, M. (2020). TIC y Neuroeducación como recurso de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Rehuso*, 5(2), 85-96. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684>
- Mora, F. (2013), *Neuroeducacion: solo se puede aprender aquello que se ama*, Edit. Alianza Editorial, pp. 248. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170873>
- Olid Núñez, J. (2021). *Los avances de la Neurociencia y su aplicación en la Escuela*. <http://repositorio.cfe.edu.uy/xmlui/bitstream/handle/123456789/2195/Olid%2C%20J.%2C%20Los%20avances.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ocampo, J. (2019). Sobre lo “neuro” en la neuroeducación: de la psicologización a la neurologización de la escuela. *Sophia: Colección de La Educación*, 26(1), 141–169. <https://doi.org/https://doi.org/10.17163/soph.N26.2019.0>
- Payajo Joaquin, F. (2019) *El conocimiento de la neuroeducación de los profesores permite mejorar la calidad educativa en secundaria*. Repositorio digital de la universidad nacional de tumbes, Peru <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/1715>
- Pherez, G. Vargas, S. y Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas* 18(34) 149-166. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccso/v18n34/1657-8953-ccso-18-34-00149.pdf>
- Piaget, Jean (1972). *The Psychology of Intelligence*. Totowa, NJ: Littlefield. <https://archive.org/details/psychologyofinte0000jean>
- Pradas, S. (2017). *Neurotecnología educativa. La tecnología al servicio del alumno y del profesor*. <https://sede.educacion.gob.es/publiventa>
- Tamayo, T. (2015). Análisis del uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación por los adolescentes. Propuesta comunicacional para concientizar a padres de familia y estudiantes de colegios de la cooperativa Nueva Aurora del Cantón Daule. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8617>
- Solórzano, D. A. N., & Moreira, E. A. V. (2023) *Los aportes de la neurociencia en la educación* <https://ojs.europublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/815>