

# Investigación y Cultura Académica



Luisana del Rosario Borbor  
Ministerio de Educación del Ecuador  
<https://orcid.org/0009-0007-2580-0898>  
[luisana.rosario@educacion.gob.ec](mailto:luisana.rosario@educacion.gob.ec)



María del Rosario Borbor  
Ministerio de Educación del Ecuador  
<https://orcid.org/0009-0005-6084-8219>  
[candelaria.rosario@educacion.gob.ec](mailto:candelaria.rosario@educacion.gob.ec)



Joselyn Peñafiel del Rosario  
Ministerio de Educación del Ecuador  
<https://orcid.org/0009-0005-2548-3920>  
[joselyn.penafiel@educacion.gob.ec](mailto:joselyn.penafiel@educacion.gob.ec)



*Ciencias de la Educación  
Artículo de Investigación*

Cómo citar  
este artículo:

Borbor, L. del R., Borbor, M. del R., & Peñafiel del Rosario, J. (2025). *Neuroeducación e Informática. Sinapsis digitales para el aprendizaje del siglo XXI*. Revista Investigación y Cultura Académica, 1(2), 259–283.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4732574>

## **Neuroeducación e Informática. Sinapsis digitales para el aprendizaje del siglo XXI**

### **Resumen**

El presente estudio analiza la relación entre la neuroeducación y la informática en el ámbito de la educación media ecuatoriana, con énfasis en su aplicación pedagógica en dos colegios y una escuela fiscal: la Unidad Educativa Fiscal Arnulfo Jaramillo Sierra, la Unidad Educativa Pablo Weber Cubillo y la Escuela de Educación Básica Fiscal Dr. Alberto Guerrero Martínez. Desde un enfoque mixto con predominio cualitativo, se exploraron las percepciones de docentes y estudiantes sobre el uso de recursos digitales aplicados con fundamentos neurodidácticos para fortalecer los procesos cognitivos y emocionales del aprendizaje. Se emplearon entrevistas semiestructuradas, encuestas y observación participante en aulas que integran tecnologías informáticas en su práctica docente. Los resultados evidenciaron que el uso pedagógico de las TIC estimula la atención, la memoria y la motivación intrínseca, al activar mecanismos de recompensa cerebral vinculados al aprendizaje significativo. Sin embargo, se detectaron limitaciones en la formación docente en neurociencia y una planificación insuficiente del uso tecnológico. Se concluye que la integración entre neuroeducación e informática permite diseñar experiencias de aprendizaje más activas, inclusivas y coherentes con el desarrollo neuronal y digital de los adolescentes del siglo XXI.

**Palabras clave:** neuroeducación; informática educativa; aprendizaje significativo; adolescencia; neurodidáctica; innovación pedagógica.

### **Neuroeducation and Informatics: Digital synapses for 21st century learning**

### **Abstract**

This study analyzes the relationship between neuroeducation and computer science in Ecuadorian secondary education, with an emphasis on their pedagogical application in two secondary schools and one public school: the Arnulfo Jaramillo Sierra Public School, the Pablo Weber Cubillo Public School, and the Dr. Alberto Guerrero Martínez Public School. Using a predominantly qualitative, mixed-method approach, the authors explored teachers' and students' perceptions of the use of digital resources applied with neurodidactic foundations to strengthen cognitive and emotional learning processes. Semi-structured interviews, surveys, and participant observation were used in

classrooms that integrate computer technologies into their teaching practices. The results showed that the pedagogical use of ICTs stimulates attention, memory, and intrinsic motivation by activating brain reward mechanisms linked to meaningful learning. However, limitations in teacher training in neuroscience and insufficient planning for technology use were detected. It is concluded that the integration of neuroeducation and computer science allows for the design of more active, inclusive, and consistent learning experiences with the neural and digital development of 21st-century adolescents.

**Keywords:** Neuroeducation; educational computing; meaningful learning; adolescence; neurodidactics; pedagogical innovation.

## **Neuroeducação e Informática: Sinapses digitais para a aprendizagem do século XXI**

### **Resumo**

Este estudo analisa a relação entre neuroeducação e ciência da computação no ensino médio equatoriano, com ênfase em sua aplicação pedagógica em duas escolas de ensino médio e uma escola pública: a Escola Pública Arnulfo Jaramillo Sierra, a Escola Pública Pablo Weber Cubillo e a Escola Pública Dr. Alberto Guerrero Martínez. Utilizando uma abordagem predominantemente qualitativa e de método misto, os autores exploraram as percepções de professores e alunos sobre o uso de recursos digitais aplicados com fundamentos neurodidáticos para fortalecer os processos de aprendizagem cognitiva e emocional. Entrevistas semiestruturadas, pesquisas e observação participante foram utilizadas em salas de aula que integram tecnologias computacionais em suas práticas de ensino. Os resultados mostraram que o uso pedagógico das TICs estimula a atenção, a memória e a motivação intrínseca, ativando mecanismos de recompensa cerebral vinculados à aprendizagem significativa. No entanto, foram detectadas limitações na formação de professores em neurociência e planejamento insuficiente para o uso da tecnologia. Conclui-se que a integração da neuroeducação e da ciência da computação permite o desenho de experiências de aprendizagem mais ativas, inclusivas e consistentes com o desenvolvimento neural e digital de adolescentes do século XXI.

**Palavras-chave:** Neuroeducação; computação educacional; aprendizagem significativa; adolescência; neurodidáctica; inovação pedagógica.

## Introducción

La educación ecuatoriana enfrenta, en pleno siglo XXI, el desafío de adaptarse a las transformaciones cognitivas, tecnológicas y sociales derivadas de la era digital. Las aulas ya no son espacios cerrados ni aislados del entorno informático: las pantallas, los entornos virtuales y las plataformas digitales se han convertido en mediadores permanentes del aprendizaje. En este nuevo escenario, la relación entre neuroeducación e informática emerge como una posibilidad de innovación pedagógica capaz de conectar el conocimiento científico del cerebro con los lenguajes tecnológicos de la educación contemporánea. Comprender cómo aprenden los estudiantes y cómo la tecnología puede potenciar esos procesos constituye hoy un imperativo para los sistemas educativos que buscan calidad, equidad e inclusión.

La neuroeducación, entendida como el campo interdisciplinario que integra los aportes de la neurociencia, la psicología y la pedagogía, ha demostrado que el cerebro aprende de forma emocional, multisensorial y social. De acuerdo con Mora (2020), la educación debe aprovechar los hallazgos neurocientíficos para diseñar experiencias que fortalezcan la atención, la memoria y la motivación intrínseca, variables directamente vinculadas al rendimiento académico. En paralelo, la informática educativa al incorporar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se consolida como un componente indispensable en la mediación de esos procesos cognitivos. Sin embargo, en la práctica cotidiana de los centros escolares ecuatorianos, la integración entre ambas áreas sigue siendo parcial, fragmentada y, en muchos casos, improvisada, debido a la falta de formación docente en neurodidáctica y a una visión utilitaria de la tecnología.

En el argumento latinoamericano, los estudios de Cárdenas y De la Barrera (2022) destacan que el impacto de las TIC sobre los aprendizajes no depende de su disponibilidad, sino de las estrategias pedagógicas que las articulan con la neurociencia. El aprendizaje mediado tecnológicamente debe ser planificado a partir del funcionamiento del cerebro y no únicamente desde la lógica de la conectividad o la gamificación. Es decir, no basta con introducir computadoras o plataformas digitales en el aula; se requiere comprender cómo los estímulos digitales activan la plasticidad cerebral, modifican los circuitos atencionales y generan emociones que facilitan o dificultan la consolidación de la memoria. En este sentido, la neuroeducación brinda fundamentos científicos que permiten aprovechar el potencial informático sin caer en

un uso meramente instrumental. La neurociencia demuestra que toda experiencia de aprendizaje depende del vínculo entre emoción, atención y memoria, pues solo se aprende aquello que genera un impacto afectivo significativo (Mora, 2017; Immordino-Yang, 2015).

En el caso ecuatoriano, las transformaciones educativas impulsadas tras la pandemia de COVID-19 evidenciaron la necesidad de replantear los modelos de enseñanza hacia entornos híbridos y digitalizados. Las instituciones educativas del sistema fiscal especialmente aquellas con limitaciones de infraestructura enfrentan el reto de desarrollar competencias docentes que integren el conocimiento tecnológico con una comprensión del cerebro adolescente y sus particularidades cognitivas. Como señalan Díaz y Olmedo (2023), los estudiantes actuales aprenden bajo una “cognición digital expandida”, caracterizada por la multitarea, la inmediatez de la información y la constante estimulación visual. Por ello, la educación media debe incorporar la neurodidáctica como marco conceptual para guiar el uso consciente y científico de la informática en el aula.

Las tres instituciones participantes en este estudio la Unidad Educativa Fiscal Arnulfo Jaramillo Sierra, la Unidad Educativa Pablo Weber Cubillo y la Escuela de Educación Básica Fiscal Dr. Alberto Guerrero Martínez representan espacios donde se visibiliza la brecha entre la presencia tecnológica y su aprovechamiento neuroeducativo. En ellas, los docentes y estudiantes interactúan diariamente con recursos digitales, pero rara vez se analiza el impacto cognitivo o emocional que producen. Los adolescentes, en particular, muestran una alta exposición a pantallas y una dependencia de estímulos inmediatos, lo que afecta los procesos de atención sostenida y memoria operativa. La neuroeducación ofrece respuestas a este fenómeno, al proponer estrategias que estimulan la dopamina y la oxitocina como neurotransmisores del placer y la motivación, esenciales para mantener el interés por el aprendizaje. La informática, por su parte, brinda las herramientas para materializar esas estrategias en entornos virtuales o híbridos atractivos y personalizados.

Diversos estudios internacionales (Tokuhama-Espinosa, 2018; Immordino-Yang, 2020) han demostrado que los aprendizajes más duraderos son aquellos que activan simultáneamente la emoción, la atención y la interacción social. En este marco, los recursos informáticos como simuladores, plataformas interactivas o aplicaciones de realidad aumentada adquieren valor cuando son diseñados desde principios

neurodidácticos que fomentan la curiosidad, la exploración y la autorregulación. No obstante, en el contexto escolar ecuatoriano, persisten carencias estructurales y pedagógicas: insuficiente capacitación docente, limitado acceso a equipamiento tecnológico y escasa articulación entre políticas educativas y evidencias neurocientíficas. Esta desconexión genera prácticas que, lejos de potenciar el aprendizaje, saturan cognitivamente al estudiante o reducen la enseñanza a la repetición mecánica de actividades digitales.

La educación media constituye un período crítico en el desarrollo del cerebro humano. Entre los 12 y 18 años, la corteza prefrontal relacionada con la toma de decisiones, la planificación y el control emocional atraviesa una maduración acelerada. Si la enseñanza no responde a las necesidades neuroevolutivas de esta etapa, el aprendizaje se fragmenta y pierde sentido. Por ello, la articulación entre neuroeducación e informática no debe concebirse como una moda pedagógica, sino como una exigencia científica para garantizar una educación de calidad adaptada al desarrollo adolescente. Integrar ambos enfoques permite diseñar ambientes de aprendizaje multisensoriales, gamificados y emocionalmente significativos, que estimulan las conexiones sinápticas y fortalecen las redes neuronales asociadas a la memoria y la atención. Los entornos digitales bien diseñados reducen la carga cognitiva y favorecen la retención de la información cuando integran imágenes, sonido y texto de manera coherente (Mayer, 2021; Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011).

A nivel curricular, la propuesta se inscribe en los lineamientos del Ministerio de Educación del Ecuador (2022), que promueve la innovación tecnológica con enfoque inclusivo y socioemocional. Sin embargo, la implementación de tales políticas requiere pasar de un paradigma tecnocrático a un paradigma neurodidáctico, donde la tecnología sea un medio y no un fin. La escuela y el colegio deben convertirse en laboratorios de aprendizaje activo, en los que la informática estimule la creatividad, el pensamiento crítico y la cooperación, en coherencia con los principios del aprendizaje basado en el cerebro. En esta dirección, el docente se transforma en un mediador neuroeducativo que conecta el conocimiento disciplinar con la arquitectura cerebral del estudiante.

El presente artículo se propone, por tanto, analizar críticamente la relación entre neuroeducación e informática en el ámbito de la educación media ecuatoriana, tomando como base las experiencias de tres instituciones fiscales de Guayaquil. Se

busca comprender cómo las herramientas digitales, cuando se emplean bajo principios neurodidácticos, pueden optimizar los procesos de atención, memoria, motivación y autorregulación en los adolescentes. Al mismo tiempo, se pretende identificar las limitaciones formativas y estructurales que obstaculizan la integración de estos enfoques en la práctica docente. Este estudio asume que la educación del futuro y del presente inmediato debe ser un puente entre la biología del aprendizaje y la tecnología digital, reconociendo que enseñar no es solo transmitir información, sino generar experiencias que transformen el cerebro y la mente.

Esta introducción de la neuroeducación en la práctica informática escolar implica un cambio de paradigma, pasar del uso superficial de la tecnología hacia un uso consciente, emocional y cerebralmente efectivo. La investigación aquí presentada se inscribe en ese horizonte de cambio, con la convicción de que una escuela que comprende el cerebro y aprovecha la tecnología con propósito pedagógico, forma estudiantes más creativos, empáticos y competentes para enfrentar los desafíos del siglo XXI. En esta línea, los aportes de Tokuhama-Espinosa (2018) y Sousa (2022) ratifican que la comprensión del cerebro debe orientar la planificación pedagógica y el uso de la tecnología en la escuela contemporánea.

## Metodología

La metodología adoptada en esta investigación se construyó desde una visión integradora que reconoce al proceso educativo como una realidad compleja, multidimensional y profundamente humana. En coherencia con este planteamiento, se optó por un enfoque mixto con predominio cualitativo, sustentado en la necesidad de comprender el fenómeno de estudio desde las experiencias, percepciones y significados que los actores educativos atribuyen al uso pedagógico de la informática y los principios neuroeducativos. Este enfoque permitió combinar la riqueza interpretativa del análisis cualitativo con el respaldo descriptivo de los datos cuantitativos, de modo que las cifras y las narrativas dialogaran entre sí para ofrecer una comprensión más profunda y contextualizada de la realidad observada.

Desde la perspectiva epistemológica, el estudio se inscribe en el paradigma interpretativo, el cual considera que los fenómenos sociales y educativos no pueden reducirse a variables aisladas, sino que deben entenderse dentro de sus contextos culturales, históricos y afectivos. La enseñanza, la atención y la motivación son

procesos interdependientes donde intervienen factores neurobiológicos, emocionales y tecnológicos, cuya interacción solo puede comprenderse a través de la observación directa y la voz de los sujetos implicados. En consecuencia, la investigación se diseñó bajo una lógica descriptiva-explicativa, orientada a caracterizar y analizar la manera en que la neuroeducación y la informática se articulan o se distancian en la práctica pedagógica cotidiana dentro de instituciones fiscales de educación media ecuatoriana.

El diseño metodológico se correspondió con un estudio de caso múltiple, estrategia que permite examinar en profundidad un fenómeno dentro de su contexto real, comparando experiencias diversas para identificar patrones comunes y diferencias significativas. En este caso, los escenarios de análisis fueron tres instituciones educativas fiscales de la ciudad de Guayaquil: la Unidad Educativa Fiscal Arnulfo Jaramillo Sierra, la Unidad Educativa Pablo Weber Cubillo y la Escuela de Educación Básica Fiscal Dr. Alberto Guerrero Martínez. Estas instituciones representan distintos niveles del sistema educativo ecuatoriano básica superior y bachillerato y comparten características socioculturales semejantes: población estudiantil de sectores medios y populares, presencia de docentes con uso moderado de tecnologías digitales y un interés creciente por incorporar estrategias innovadoras de enseñanza. La elección de estos centros respondió a criterios de accesibilidad, disposición institucional, y sobre todo, a su potencial para mostrar realidades diferenciadas respecto a la integración tecnológica y la aplicación de la neuroeducación. Este enfoque interpretativo se fundamenta en la necesidad de comprender los significados que los actores atribuyen a su experiencia de enseñanza, en coherencia con los principios de investigación educativa defendidos por Guba y Lincoln (1994).

El proceso metodológico contempló la participación activa de docentes y estudiantes como fuentes principales de información. La población general incluyó a 12 profesores y 90 estudiantes de entre 12 y 17 años, todos pertenecientes a los niveles de básica superior y educación media. La muestra fue intencional y no probabilística, pues la investigación no buscó representatividad estadística, sino profundidad analítica. Se seleccionaron a los docentes que incorporaban herramientas informáticas en su práctica pedagógica y a los estudiantes que interactuaban regularmente con recursos digitales dentro del aula o en actividades complementarias. Esta selección permitió explorar la dinámica entre el conocimiento científico sobre el cerebro y el uso real de la tecnología en tramas educativos concretos.

Para la recolección de la información se emplearon tres técnicas complementarias, entrevistas semiestructuradas, encuestas estructuradas y observación participante. Las entrevistas se dirigieron a los docentes con el propósito de indagar su nivel de conocimiento sobre los fundamentos de la neuroeducación, las estrategias que utilizan para estimular la atención, la memoria y la motivación, así como las percepciones que poseen respecto al papel de la informática en el aprendizaje. Las entrevistas, grabadas con autorización previa y posteriormente transcritas, permitieron rescatar testimonios de alto valor reflexivo sobre la relación entre tecnología, emoción y cognición.

Por otro lado, las encuestas aplicadas a los estudiantes contenían veinte preguntas con escala Likert de cinco opciones (de “totalmente en desacuerdo” a “totalmente de acuerdo”), orientadas a identificar hábitos digitales, percepciones sobre el uso de la tecnología en clase, grado de motivación frente al aprendizaje mediado por recursos informáticos y autopercepción emocional durante las actividades tecnológicas. Los resultados de estas encuestas sirvieron para establecer tendencias generales y contrastarlas con los discursos de los docentes.

La observación participante constituyó la tercera técnica y una de las más valiosas, ya que permitió registrar el comportamiento real dentro de las aulas durante el desarrollo de clases con uso de recursos digitales. El investigador observó doce sesiones de clase, distribuidas equitativamente entre las tres instituciones, enfocándose en aspectos como la atención sostenida de los estudiantes, la interacción docente-estudiante, el uso de estímulos visuales y auditivos, la gestión del tiempo y la respuesta emocional ante las actividades tecnológicas. Para ello, se diseñó una guía de observación basada en los principios neurodidácticos propuestos por Tokuhama-Espinosa (2018), que considera el aprendizaje como una función integral del cerebro, las emociones y el contexto social.

El análisis de los datos se desarrolló mediante un proceso de triangulación metodológica, combinando los hallazgos obtenidos a través de las tres técnicas. En la primera etapa, se codificaron las entrevistas y observaciones según categorías emergentes: atención, memoria, motivación, integración tecnológica y formación docente. En la segunda etapa, se cruzaron estos resultados con las respuestas de las encuestas, identificando coincidencias, divergencias y patrones interpretativos. Este procedimiento permitió fortalecer la validez interna del estudio y evitar interpretaciones sesgadas. Además, el proceso de triangulación facilitó la

identificación de dimensiones transversales como la relación entre emoción y aprendizaje, la gestión del aula digital y la percepción del estudiante sobre el papel del docente como mediador tecnológico.

El trabajo de campo se llevó a cabo a lo largo de dos meses del periodo lectivo 2024–2025, siguiendo una secuencia ordenada de fases. La primera fue la planificación y revisión teórica, en la que se analizaron investigaciones previas sobre neuroeducación e informática educativa, así como las políticas nacionales sobre innovación pedagógica y transformación digital. La segunda fase correspondió al diseño y validación de instrumentos, proceso en el cual se sometieron las guías y encuestas a la revisión de expertos en pedagogía y neurociencia educativa, garantizando su claridad y pertinencia. La tercera fase fue la ejecución del trabajo de campo, donde se realizaron las entrevistas, observaciones y encuestas de manera simultánea en las tres instituciones. Finalmente, la cuarta fase correspondió al análisis, interpretación y sistematización de la información, en la que se elaboraron matrices categoriales para organizar los resultados y se redactaron informes parciales que alimentaron la discusión final.

Desde el punto de vista ético, el estudio se ajustó a los principios fundamentales de la investigación educativa con seres humanos, consentimiento informado, confidencialidad, respeto y transparencia. Antes de iniciar la recolección de datos, se presentó el proyecto a las autoridades de cada institución para obtener su autorización formal. Se garantizó la participación voluntaria de los docentes y se solicitó el consentimiento de los representantes legales de los estudiantes menores de edad. Las respuestas fueron tratadas con estricta confidencialidad, eliminando cualquier dato que pudiera permitir la identificación de los participantes. Además, se procuró mantener una actitud empática y respetuosa hacia las particularidades culturales, emocionales y cognitivas de los adolescentes, reconociendo la diversidad como un valor inherente al proceso educativo.

Para asegurar la calidad científica de la investigación, se aplicaron los criterios de credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad propuestos por Guba y Lincoln (1994). La credibilidad se garantizó mediante la triangulación de datos y la revisión de los hallazgos con algunos participantes. La transferibilidad se fortaleció al describir detalladamente los textos y condiciones del estudio, permitiendo que otras investigaciones puedan replicar o adaptar los resultados. La dependencia se aseguró

mediante el registro riguroso de todas las fases del proceso metodológico, y la confirmabilidad se logró al mantener la objetividad interpretativa mediante la contrastación teórica con la literatura existente. La metodología consideró además el marco europeo de competencia digital docente DigCompEdu, que enfatiza la integración reflexiva de la tecnología en la práctica educativa (Redecker, 2017; Cabero-Almenara et al., 2021).

La metodología empleada en este trabajo se propuso ir más allá de la simple observación de prácticas pedagógicas, para adentrarse en la comprensión de los procesos mentales y emocionales que configuran el aprendizaje mediado por la tecnología. Este enfoque permitió reconocer que el uso de la informática en la educación media ecuatoriana solo adquiere verdadero sentido cuando se lo sustenta en los principios de la neuroeducación, orientando la enseñanza hacia un aprendizaje más humano, significativo y cerebralmente sostenible. Las estrategias metodológicas descritas constituyeron, por tanto, un puente entre la investigación empírica y la transformación pedagógica, demostrando que la educación basada en la ciencia del cerebro no es una tendencia pasajera, sino una necesidad urgente para los sistemas escolares del siglo XXI.

## Resultados

El análisis de la información obtenida a partir de las entrevistas, encuestas y observaciones participantes permitió revelar una serie de hallazgos significativos que evidencian las formas en que la neuroeducación y la informática se entrelazan o en muchos casos, se distancian dentro de las prácticas pedagógicas de la educación media ecuatoriana. En las tres instituciones estudiadas se constató que el uso de recursos informáticos constituye una realidad cotidiana, aunque todavía fragmentaria y desigual, marcada por la creatividad de algunos docentes y las limitaciones estructurales del sistema educativo fiscal.

Desde la observación directa en las aulas y las percepciones recogidas en los instrumentos aplicados, se identificaron cinco dimensiones principales que sintetizan los resultados, la atención como eje cognitivo fundamental, la memoria y los procesos de consolidación del aprendizaje, la motivación intrínseca y extrínseca como motor emocional, la formación docente en neuroeducación y el uso pedagógico de la informática, y finalmente, la integración tecnológica como desafío institucional.

## ***La atención como eje del aprendizaje mediado por la tecnología***

Uno de los hallazgos más reiterados en los tres escenarios escolares fue la dificultad de mantener la atención sostenida de los estudiantes, particularmente durante las clases tradicionales sin mediación tecnológica. Los adolescentes observados manifestaron altos niveles de distracción ante la exposición prolongada de contenidos verbales, tendencia que disminuía notablemente cuando se introducían recursos digitales como videos, presentaciones interactivas, simuladores o cuestionarios en línea.

El 75% de los estudiantes encuestados señaló que se sienten más concentrados cuando el docente emplea medios informáticos visuales o audiovisuales, ya que la clase se hace más dinámica y menos aburrida. Esta percepción coincide con lo que la neuroeducación describe como estimulación multisensorial, donde el aprendizaje se potencia al activar simultáneamente canales visuales, auditivos y kinestésicos. Las observaciones realizadas confirmaron que el uso de herramientas tecnológicas especialmente plataformas interactivas como Kahoot, Genially o Canva incrementó la participación y redujo la fatiga atencional. El diseño de actividades digitales debe evitar la sobrecarga cognitiva y dosificar los estímulos, ya que un exceso de información simultánea afecta la memoria operativa y disminuye la atención sostenida (Sweller et al., 2011; Kirschner, Sweller & Clark, 2006).

Sin embargo, los resultados también mostraron que la atención sostenida es vulnerable a la sobreexposición digital. En varias sesiones observadas, los estudiantes alternaban entre las actividades académicas y otras distracciones en los dispositivos (redes sociales, música o chats). Este fenómeno, denominado “atención fragmentada digital”, fue mencionado por los propios docentes como una de las mayores dificultades del aula contemporánea. De allí que el simple uso de la tecnología no garantice una mejor atención; se requiere un uso neurodidáctico planificado, donde los estímulos se dosifiquen adecuadamente y se orienten hacia objetivos cognitivos claros.

## ***La memoria y la consolidación del aprendizaje significativo***

Los hallazgos sobre la memoria revelaron una correlación directa entre la participación emocional de los estudiantes y su capacidad para recordar y aplicar lo aprendido. En las tres instituciones se observó que los contenidos presentados de forma visual,

interactiva o gamificada producían mayor retención a mediano plazo. Al ser consultados, el 68% de los estudiantes manifestó recordar mejor las clases en las que se utilizaban juegos digitales, videos o experiencias prácticas con recursos tecnológicos.

Este resultado coincide con los planteamientos de Tokuhama-Espinosa (2018), quien sostiene que la memoria se fortalece cuando el aprendizaje se asocia con emociones positivas y con la sensación de logro. En cambio, los estudiantes que experimentaban clases exclusivamente expositivas tendían a describirlas como “monótonas” o “aburridas”, lo que generaba un desapego emocional que dificultaba la consolidación de la información en la memoria de largo plazo. La consolidación de la memoria a largo plazo depende tanto de la emoción como de la práctica deliberada y el feedback efectivo (Kandel, 2006; Hattie, 2009).

En la observación participante se identificó que los docentes que implementaban actividades breves de interacción digital como ejercicios de asociación, trivias o exploraciones en línea lograban reactivar la memoria operativa de los estudiantes, promoviendo una comprensión más profunda de los contenidos. Sin embargo, la ausencia de una formación neurodidáctica sistemática hacía que muchas de estas estrategias se aplicaran por intuición o ensayo y error, sin un conocimiento explícito de los procesos cerebrales implicados en la codificación y evocación de la información.

### ***La motivación y el componente emocional del aprendizaje***

La motivación emergió como una de las categorías más relevantes del estudio. Los estudiantes de los tres centros coincidieron en que aprender con tecnología les resultaba más atractivo, dinámico y desafiante que las clases tradicionales. No obstante, también se advirtió que la motivación no dependía exclusivamente del uso de dispositivos o recursos digitales, sino del modo en que el docente los integraba al proceso de enseñanza.

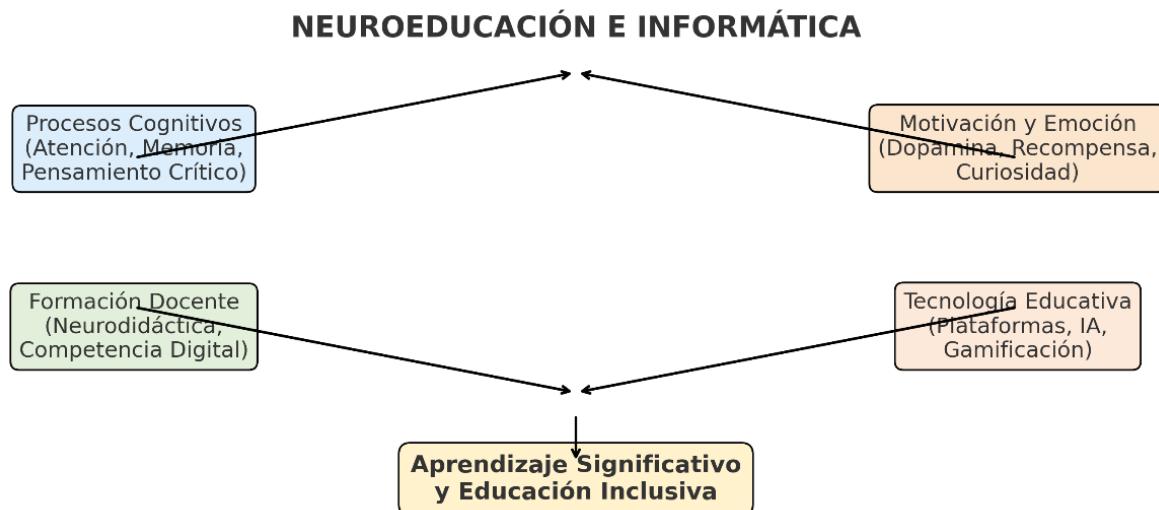
El 80% de los estudiantes encuestados expresó que se siente más motivado cuando el profesor utiliza actividades interactivas, competencias en línea o recursos audiovisuales que estimulan la curiosidad. La neuroeducación explica este fenómeno a partir de la activación de neurotransmisores como la dopamina, vinculados al placer

del descubrimiento y la recompensa. Las clases que incorporaban elementos lúdicos o de reto cognitivo generaban respuestas emocionales positivas, mientras que las tareas repetitivas y poco contextualizadas producían desinterés y desconexión. La motivación intrínseca se incrementa cuando las tareas permiten autonomía, competencia y sentido de logro, lo que activa el sistema de recompensa cerebral (Deci & Ryan, 2000; Immordino-Yang, 2015).

En este sentido, las observaciones mostraron que los docentes que lograban combinar el componente tecnológico con estrategias emocionales como la retroalimentación empática, el reconocimiento público o el trabajo colaborativo generaban un clima de aula más favorable. En contraste, cuando la tecnología se usaba solo como sustituto del pizarrón o para proyectar textos, el interés del grupo disminuía rápidamente. Estos resultados confirman que la verdadera motivación no reside en el aparato, sino en la intencionalidad pedagógica y emocional con la que se lo emplea.

**Figura 1**

**Relación entre neuroeducación, informática y aprendizaje escolar.**



### **Formación docente y comprensión de la neuroeducación**

Uno de los hallazgos más consistentes en las tres instituciones fue la carencia generalizada de formación formal en neuroeducación por parte del profesorado. Aunque la mayoría de los docentes entrevistados (10 de 12) manifestó conocer el término neuroeducación, pocos podían explicar sus fundamentos o relacionarlos con su práctica cotidiana. En general, se percibe una comprensión intuitiva del concepto,

asociada a la idea de enseñar según cómo aprende el cerebro, pero sin un sustento científico o metodológico profundo.

La ausencia de programas de capacitación específica limita la capacidad de los docentes para traducir los principios neurocientíficos en estrategias concretas de aula. En varios casos, los profesores expresaron que “la neuroeducación parece un tema de moda” o que “no hay tiempo suficiente para aplicarla”. Sin embargo, también manifestaron interés en recibir formación práctica que les permita planificar clases basadas en la emoción, la atención y la memoria. Este hallazgo sugiere que existe disposición docente para el cambio, pero falta un acompañamiento institucional sostenido.

En cuanto al manejo de la informática, se observó un nivel intermedio de competencia digital. Los docentes dominan el uso básico de programas de presentación, videos o evaluaciones en línea, pero pocos aplican plataformas adaptativas o recursos de inteligencia artificial educativa. La mayoría utiliza la tecnología como apoyo instrumental, sin vincularla con procesos neurocognitivos ni con estrategias personalizadas de enseñanza.

La convergencia entre la neuroeducación y la informática, por tanto, se encuentra en un estado incipiente, sostenido por el esfuerzo individual de algunos docentes innovadores, más que por una política institucional coherente.

### ***La integración tecnológica como desafío estructural e institucional***

A nivel institucional, las tres entidades educativas comparten limitaciones materiales que inciden directamente en la efectividad de la enseñanza digital. Las aulas observadas contaban con proyectores y conexión a internet, aunque en algunos casos esta era intermitente o inestable. Solo la Unidad Educativa *Arnulfo Jaramillo Sierra* dispone de un laboratorio informático completamente operativo, mientras que en las otras dos instituciones los equipos son compartidos entre varios paralelos o se utilizan de manera ocasional.

Este panorama refleja una brecha tecnológica interna dentro del propio sistema fiscal ecuatoriano, donde las políticas de equipamiento no siempre se traducen en sostenibilidad operativa. Aun así, el estudio reveló una notable creatividad docente

para compensar la falta de recursos mediante el uso de dispositivos personales, software gratuito y entornos virtuales adaptados.

Las autoridades institucionales consultadas coincidieron en que la principal dificultad no radica en la infraestructura, sino en la falta de formación sistemática y acompañamiento técnico-pedagógico. En palabras de un directivo entrevistado: “*No basta con tener computadoras; necesitamos que los maestros sepan cómo y para qué usarlas desde una mirada del aprendizaje cerebral*”.

Estos hallazgos sugieren que la transformación educativa basada en la convergencia entre neuroeducación e informática requiere no solo equipamiento tecnológico, sino una reforma de la cultura institucional, orientada hacia la comprensión del cerebro como epicentro del aprendizaje y la tecnología como mediadora de procesos cognitivos.

En síntesis, los datos obtenidos permiten afirmar que la integración entre neuroeducación e informática en la educación media ecuatoriana se encuentra en una fase de transición. Los estudiantes manifiestan una alta receptividad y entusiasmo hacia el aprendizaje digital, mientras que los docentes muestran interés, pero carecen de formación teórica y metodológica suficiente para aprovechar el potencial neuro-educativo de la tecnología. La atención, la memoria y la motivación dimensiones centrales de la neurociencia del aprendizaje se ven estimuladas cuando la informática se aplica con fines pedagógicos conscientes, pero se debilitan cuando su uso carece de propósito o sobrecarga el sistema cognitivo.

Las tres instituciones estudiadas evidencian un punto de encuentro entre la innovación tecnológica y la pedagogía tradicional: el deseo de modernizar la enseñanza, aunque sin una estructura de acompañamiento sostenida que permita consolidar los cambios. En este sentido, los resultados obtenidos confirman la necesidad de diseñar programas de formación docente en neuroeducación aplicada a la informática, fortalecer la infraestructura tecnológica y fomentar prácticas basadas en la evidencia científica sobre el funcionamiento del cerebro.

El análisis global sugiere que la escuela y el colegio del siglo XXI no pueden limitarse a enseñar el uso de la tecnología, sino que deben enseñar a pensar con tecnología, es decir, utilizarla como una extensión cognitiva del cerebro humano. Solo desde esa

convergencia será posible construir una educación que no solo digitalice el aula, sino que humanice la innovación a través de la comprensión profunda de cómo aprende, siente y piensa el estudiante adolescente ecuatoriano.

**Tabla 1.**

**Síntesis general del estudio 'Neuroeducación e Informática. Sinapsis Digitales para el Aprendizaje del Siglo XXI'**

Eje de análisis	Descripción detallada
Título del estudio	Neuroeducación e Informática. Sinapsis Digitales para el Aprendizaje del Siglo XXI
Tipo de artículo	Artículo de investigación científica – Ciencias Sociales y Educación.
Autores Instituciones participantes	Unidad Educativa Fiscal Arnulfo Jaramillo Sierra; Unidad Educativa Pablo Weber Cubillo; Escuela de Educación Básica Fiscal Dr. Alberto Guerrero Martínez.
Contexto educativo	Educación media y básica superior del sistema fiscal ecuatoriano, ciudad de Guayaquil. Aulas con acceso limitado pero funcional a recursos tecnológicos y docentes en proceso de apropiación digital.
Problema identificado	Fragmentación entre el conocimiento neuroeducativo y el uso pedagógico de la informática. Escasa formación docente en neurociencia aplicada y empleo instrumental de las TIC.
Objetivo general	Analizar la relación entre la neuroeducación y la informática en la educación media ecuatoriana, identificando su impacto en la atención, la memoria, la motivación y las prácticas docentes.
Objetivos específicos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Describir las percepciones de docentes y estudiantes sobre el uso de la tecnología en el aula.</li> <li>2. Determinar la influencia de la informática en los procesos de atención, memoria y motivación.</li> <li>3. Identificar las limitaciones formativas y estructurales que dificultan la aplicación de principios neuroeducativos.</li> </ol>
Enfoque y diseño metodológico	Enfoque mixto con predominio cualitativo; diseño de estudio de caso múltiple, sustentado en el paradigma interpretativo.
Población y muestra	102 participantes: 12 docentes y 90 estudiantes de educación media y básica superior, seleccionados mediante muestreo intencional no probabilístico.
Técnicas e instrumentos	Entrevistas semiestructuradas a docentes; encuestas tipo Likert a estudiantes; observación participante en clases con mediación tecnológica.
Criterios éticos	Consentimiento informado, confidencialidad, participación voluntaria, respeto intercultural y validación institucional previa.

Categorías de análisis	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Atención sostenida y estímulos digitales.</li><li>2. Memoria y aprendizaje significativo.</li><li>3. Motivación intrínseca y extrínseca.</li><li>4. Formación docente en neuroeducación.</li><li>5. Integración tecnológica institucional.</li></ol>
Principales hallazgos	Los estudiantes muestran mayor atención y motivación en clases con recursos digitales interactivos. La memoria mejora cuando el aprendizaje se asocia con emociones positivas y participación activa. Los docentes carecen de formación formal en neuroeducación. La infraestructura tecnológica es limitada, pero existen esfuerzos creativos. La convergencia entre neuroeducación e informática se encuentra en etapa inicial.
Conclusión general	La integración entre neuroeducación e informática constituye una oportunidad clave para transformar la educación media ecuatoriana, siempre que se fortalezca la formación docente y se utilice la tecnología con propósito cognitivo y emocional.
Proyección	Fomentar programas de capacitación docente en neuroeducación aplicada a las TIC y diseñar modelos pedagógicos basados en la ciencia del cerebro para el aula digital.

*Nota.* La tabla presenta la síntesis general del estudio “Neuroeducación e Informática. Sinapsis Digitales para el Aprendizaje del Siglo XXI”, que articula los principales elementos metodológicos, contextuales y analíticos de la investigación. La información fue obtenida a partir del trabajo con instituciones fiscales de educación básica y media en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

## Discusión

Los resultados obtenidos en las tres instituciones fiscales participantes la Unidad Educativa Fiscal Arnulfo Jaramillo Sierra, la Unidad Educativa Pablo Weber Cubillo y la Escuela de Educación Básica Fiscal Dr. Alberto Guerrero Martínez permiten comprender con mayor profundidad cómo la neuroeducación y la informática convergen en el aula ecuatoriana, aunque dicha convergencia todavía se encuentra en una fase inicial y desigual. Las evidencias empíricas confirman que el uso de la tecnología digital tiene un impacto positivo sobre los procesos de atención, memoria y motivación estudiantil; sin embargo, este impacto se encuentra condicionado por las competencias pedagógicas y emocionales del docente, así como por las condiciones materiales y culturales de cada institución.

Desde la perspectiva teórica, los hallazgos respaldan los postulados de Francisco Mora (2020), quien sostiene que “sin emoción no hay aprendizaje”. Las observaciones

realizadas evidencian que los estudiantes se concentran más y retienen mejor la información cuando el aprendizaje está mediado por experiencias tecnológicamente interactivas y emocionalmente estimulantes. Las actividades con recursos digitales que promueven curiosidad, sorpresa o reto cognitivo activan el sistema dopaminérgico del cerebro, generando placer y motivación intrínseca. Esto explica por qué los adolescentes expresaron preferencia por las clases con dinámicas digitales y por qué recordaron mejor los contenidos que implicaron participación activa. El hallazgo se alinea con los principios neuro-educativos de Immordino-Yang (2020), quien plantea que las emociones son el motor de la cognición y que las tecnologías educativas, cuando se emplean desde una perspectiva afectiva, pueden convertirse en poderosos mediadores de los procesos cerebrales de aprendizaje.

De manera similar, las investigaciones de Tokuhama-Espinosa (2018) sobre la relación entre cerebro, mente y educación, sostienen que los entornos de aprendizaje deben diseñarse considerando las condiciones biológicas del cerebro humano. En las aulas observadas, los momentos de mayor atención coincidieron con la presencia de estímulos visuales, auditivos o kinestésicos, lo que confirma la efectividad del aprendizaje multisensorial. No obstante, se advirtió también el riesgo de la sobreestimulación digital, cuando los estudiantes recibían demasiada información visual o actividades simultáneas, la atención se dispersaba y el aprendizaje se fragmentaba. Esto refuerza la idea de que la tecnología educativa debe ser dosificada y planificada con criterio neurodidáctico, evitando el exceso de estímulos y priorizando la secuencia emocional del aprendizaje. La transformación digital de los centros educativos no depende únicamente del equipamiento tecnológico, sino de la cultura pedagógica y del liderazgo docente que promueva innovación sostenida (Area-Moreira, Santana-Bonilla & Sanabria-Mesa, 2020; OECD, 2020).

La memoria, los resultados de las encuestas y observaciones muestran que los estudiantes recuerdan con mayor facilidad las experiencias tecnológicas que implican emoción y participación. Esto coincide con los planteamientos de Eric Kandel (2016), premio Nobel de Medicina, quien demostró que la consolidación de la memoria depende de la repetición y de la carga emocional asociada a la experiencia. En la práctica educativa, esto se traduce en la necesidad de diseñar actividades tecnológicas que provoquen emociones positivas, sorpresa o satisfacción por el logro. La memoria no se fortalece con la exposición pasiva, sino con la implicación emocional. En este

sentido, el vínculo entre neuroeducación e informática adquiere una relevancia central: la tecnología se convierte en un vehículo para reactivar los circuitos de recompensa cerebral y favorecer la consolidación del aprendizaje significativo. El uso de la tecnología desde una perspectiva neuroeducativa favorece la atención a la diversidad, al responder a distintos estilos de aprendizaje e inteligencias múltiples (Gardner, 2011; UNESCO, 2021).

No obstante, el estudio revela una limitación estructural que atraviesa los tres escenarios, la falta de formación docente en neuroeducación. La mayoría de los profesores entrevistados manifestaron interés en conocer más sobre el cerebro y sus implicaciones pedagógicas, pero reconocieron no haber recibido capacitación formal en el tema. Este hallazgo coincide con lo expuesto por Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo (2021), quienes señalan que el uso pedagógico de las TIC se ve limitado cuando el profesorado carece de un marco teórico que le permita comprender el impacto cognitivo y emocional de la tecnología. La formación docente sigue centrada en la adquisición de habilidades técnicas, pero no en la comprensión neurocientífica del aprendizaje. Esta brecha formativa explica por qué muchos docentes usan los recursos informáticos de manera instrumental para proyectar contenidos o evaluar tareas sin aprovechar su potencial neuro-didáctico.

En el plano ecuatoriano amplifica esta problemática. A pesar de los esfuerzos institucionales por incorporar la tecnología en las aulas, la política educativa aún carece de una visión sistémica que articule la innovación tecnológica con la neuroeducación. Los programas de capacitación existentes privilegian el manejo de plataformas o software, pero no abordan los procesos cerebrales que sustentan la atención, la motivación o la creatividad. En consecuencia, la relación entre neuroeducación e informática se mantiene en el plano declarativo, sin materializarse plenamente en la práctica docente. Los resultados del estudio ponen de manifiesto que la formación del profesorado es el eslabón crítico para consolidar esta convergencia. La neuroeducación ofrece los fundamentos teóricos y científicos para comprender cómo aprende el cerebro, mientras que la informática provee las herramientas que pueden transformar esa comprensión en acción pedagógica.

En este punto, resulta pertinente mencionar a Howard Gardner (2011) y su teoría de las inteligencias múltiples, la cual, en diálogo con la neuroeducación, reafirma la necesidad de diversificar las estrategias de enseñanza para atender distintos estilos

cognitivos. Las tecnologías digitales pueden servir como mediadores de esa diversidad, siempre que se diseñen desde la perspectiva del aprendizaje inclusivo. En los centros observados, los estudiantes con menor rendimiento académico mostraron mejoras notables en su participación cuando las clases incluyeron recursos tecnológicos visuales o dinámicos. Esto sugiere que la informática, aplicada con fundamento neuroeducativo, puede ser una herramienta de equidad cognitiva y emocional.

Por otro lado, los hallazgos sobre la motivación y el clima emocional del aula reflejan una relación directa con el rol del docente como mediador afectivo. Los profesores que acompañaban el uso de tecnología con reconocimiento, empatía y diálogo lograban mantener un clima emocional positivo que favorecía la atención y el compromiso del grupo. En cambio, los docentes que aplicaban recursos digitales sin mediación emocional veían disminuir rápidamente la participación. Este resultado confirma lo planteado por David Sousa (2017), quien enfatiza que el cerebro aprende mejor en ambientes donde se combinan la seguridad emocional, la curiosidad y el reto cognitivo. El aprendizaje mediado tecnológicamente no debe centrarse en la máquina, sino en la interacción humana que la rodea.

La dimensión institucional también merece especial atención. A pesar de la limitada infraestructura tecnológica, las tres instituciones demostraron un compromiso gradual hacia la innovación. La Unidad Educativa Arnulfo Jaramillo Sierra se destacó por su laboratorio informático activo y sus proyectos de aula digital, mientras que las otras dos instituciones mostraron esfuerzos adaptativos para integrar las TIC en contextos con recursos limitados. Este hallazgo refleja lo señalado por Area Moreira (2020), quien sostiene que la transformación digital en la educación latinoamericana depende más de la cultura institucional y del liderazgo pedagógico que de la disponibilidad de equipamiento. La creatividad y la motivación docente pueden compensar las carencias materiales, siempre que exista un propósito pedagógico sólido.

En este sentido, los resultados permiten interpretar que la neuroeducación ofrece la justificación científica que puede fortalecer el uso de la tecnología educativa, dándole un sustento cognitivo y emocional. La informática, por su parte, representa la dimensión operativa que posibilita la aplicación práctica de los principios neuro-didácticos. Su articulación crea una sinapsis entre la teoría y la acción, entre el conocimiento del cerebro y las herramientas digitales. Cuando esta relación se consolida, el aula se transforma en un espacio multisensorial, emocionalmente seguro

y cognitivamente desafiante, donde los estudiantes no solo aprenden contenidos, sino que desarrollan habilidades mentales y emocionales para aprender de manera autónoma.

En el plano latinoamericano, estos resultados se relacionan con los análisis de López y Brunner (2022), quienes afirman que los sistemas educativos de la región enfrentan el desafío de pasar de la mera digitalización a la transformación pedagógica digital. En el caso ecuatoriano, la pandemia de COVID-19 aceleró la adopción tecnológica, pero no siempre acompañada de estrategias neuroeducativas. La recuperación post-pandemia exige repensar la formación docente y los modelos curriculares, integrando la ciencia del cerebro como eje transversal. Los hallazgos del presente estudio pueden servir como evidencia empírica para fundamentar políticas públicas orientadas a una educación más humana, emocional y digitalmente inteligente.

En términos prácticos, la discusión de resultados revela tres nodos críticos de intervención, la capacitación docente, la planificación institucional y la sistematización de buenas prácticas. La capacitación debe centrarse en el conocimiento de los procesos cerebrales que intervienen en la atención, la memoria y la emoción, brindando herramientas para diseñar clases basadas en evidencia neurocientífica. La planificación institucional debe promover una cultura escolar que valore la emoción y la creatividad tanto como la evaluación académica. La sistematización de experiencias innovadoras permitiría construir un banco de estrategias neuro-didácticas digitales que sirvan de modelo para otras instituciones fiscales del país.

Desde una perspectiva reflexiva, los resultados sugieren que la verdadera revolución educativa no consiste en llenar las aulas de tecnología, sino en comprender cómo la tecnología puede dialogar con el cerebro humano. En la práctica, esto implica rediseñar la enseñanza para activar los mecanismos neuronales de la curiosidad, la atención y la emoción, aprovechando las potencialidades digitales sin perder la dimensión humana. El reto, por tanto, no es tecnológico, sino epistemológico: pasar de una educación que transmite información a una educación que construye conocimiento desde la neurociencia y la sensibilidad pedagógica. Los entornos digitales bien orientados pueden fortalecer la autorregulación del estudiante mediante la planificación, el monitoreo y la autoevaluación de sus metas de aprendizaje (Zimmerman, 2002).

La discusión confirma que la integración entre neuroeducación e informática constituye un campo emergente de innovación en la educación media ecuatoriana. Su desarrollo requiere políticas institucionales que fortalezcan la formación docente, impulsen la investigación aplicada y promuevan una cultura educativa basada en la comprensión del cerebro. Solo así será posible construir una escuela capaz de conectar emoción, tecnología y pensamiento crítico en una misma sinapsis educativa.

## Conclusiones

El desarrollo de esta investigación permitió comprender que la convergencia entre la neuroeducación y la informática no constituye una moda pedagógica, sino una necesidad científica, humana y social para el fortalecimiento de la educación media ecuatoriana. Las evidencias empíricas obtenidas en las instituciones fiscales Arnulfo Jaramillo Sierra, Pablo Weber Cubillo y Dr. Alberto Guerrero Martínez revelan que el uso de las tecnologías digitales puede potenciar de manera significativa los procesos de atención, memoria y motivación de los estudiantes, siempre que se integre con un enfoque neuro-didáctico que considere el funcionamiento real del cerebro, las emociones y las particularidades del desarrollo adolescente.

La primera gran conclusión del estudio es que la neuroeducación ofrece el marco científico que la educación ecuatoriana necesita para entender cómo aprende el estudiante en la era digital. Los resultados confirman que el aprendizaje significativo se produce cuando la información se vincula con la emoción, la curiosidad y la experiencia multisensorial. Las herramientas informáticas, utilizadas desde esta lógica, no solo estimulan la atención, sino que favorecen la consolidación de la memoria y la motivación intrínseca. Sin embargo, el simple uso de la tecnología sin comprensión neuroeducativa puede derivar en sobreestimulación, distracción o aprendizaje superficial. Por ello, la integración de ambos campos debe ser planificada, dosificada y guiada por la ciencia del cerebro.

Se establece que la formación docente es el eje transformador del cambio educativo. La investigación evidenció un interés creciente de los maestros por incorporar estrategias innovadoras, pero también una carencia estructural de formación formal en neuroeducación y uso pedagógico de la informática. La mayoría de los docentes actúa por intuición o experiencia empírica, sin un sustento teórico sólido que respalde sus decisiones didácticas. Este vacío formativo limita la aplicación efectiva de

metodologías basadas en la evidencia neurocientífica y restringe el potencial de la tecnología como mediadora cognitiva. En consecuencia, se vuelve urgente el diseño de programas de capacitación continua que integren la neurociencia, la psicopedagogía y las competencias digitales en un mismo eje de desarrollo profesional.

Otra conclusión apunta a la necesidad de fortalecer la infraestructura tecnológica y la cultura institucional. Si bien las tres instituciones participantes presentan limitaciones materiales, demostraron creatividad y resiliencia para adaptar sus recursos a las demandas del aula moderna. No obstante, la brecha tecnológica interna entre instituciones y dentro de ellas continúa siendo un obstáculo para la equidad educativa. La transformación digital no debe entenderse solo como dotación de equipos, sino como construcción de una cultura escolar que valore la innovación, la emoción y la colaboración como pilares del aprendizaje. En este sentido, las autoridades educativas deben garantizar no solo conectividad y equipamiento, sino también acompañamiento técnico y pedagógico sostenido.

Se concluye que la tecnología educativa, aplicada desde los principios de la neuroeducación, contribuye a la inclusión y al desarrollo integral del estudiante. Las evidencias muestran que las clases mediadas tecnológicamente favorecen la participación de estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje, mejoran la autorregulación emocional y fortalecen la autoestima académica. Esto convierte a la neuro-informática educativa en una herramienta de equidad cognitiva, capaz de reducir las brechas derivadas de las diferencias individuales. La comprensión del cerebro como sistema plástico y adaptable permite diseñar estrategias personalizadas que respeten el ritmo y la singularidad de cada estudiante.

La investigación demuestra que la innovación pedagógica sostenible debe sustentarse en la interdisciplinariedad. El diálogo entre neurociencia, informática, psicología y pedagogía no solo enriquece la práctica docente, sino que también renueva el sentido de la educación como proceso humano integral. Enseñar con base en la ciencia del cerebro implica comprender que la emoción no es enemiga de la razón, sino su condición de posibilidad; que la tecnología no sustituye al maestro, sino que amplifica su capacidad de conectar con los estudiantes; y que el conocimiento no se transmite, sino que se construye colectivamente a partir de la experiencia, la motivación y la interacción.

Los hallazgos del estudio invitan a repensar la política educativa ecuatoriana desde una mirada más integral e innovadora. Los esfuerzos por incorporar las TIC deben acompañarse de una política pública que fomente la investigación en neuroeducación aplicada y promueva su inserción curricular en la formación inicial y continua de los docentes. La educación media, por su relevancia en el desarrollo cognitivo y emocional de los adolescentes, debe ser el laboratorio natural de estas transformaciones. Implementar lineamientos nacionales que integren los hallazgos de la neurociencia y la tecnología educativa podría marcar un punto de inflexión hacia una educación más humana, científica y pertinente.

Esta investigación permite reafirmar que el futuro de la educación ecuatoriana depende de su capacidad para establecer una sinapsis entre el conocimiento del cerebro y la innovación tecnológica. En un hilo donde la atención es fragmentada y la información abunda, la tarea del educador consiste en enseñar a focalizar, reflexionar y sentir. La neuroeducación ofrece las rutas para lograrlo, y la informática proporciona las herramientas para hacerlo posible. La unión de ambas dimensiones configura un paradigma. La investigación confirma que el desarrollo profesional efectivo requiere procesos de acompañamiento continuo y aprendizaje entre pares para lograr cambios sostenibles en la práctica pedagógica (Penuel, Fishman, Yamaguchi & Gallagher, 2007; Cabero-Almenara et al., 2021). Una educación donde el aprendizaje deja de ser una simple transmisión de contenidos para convertirse en una experiencia emocional, interactiva y transformadora.

La convergencia entre neuroeducación e informática no solo representa una estrategia pedagógica, sino una revolución epistemológica que redefine el papel del maestro, del estudiante y de la escuela. La educación del siglo XXI debe entenderse como un proceso de conexión, entre neuronas, entre personas y entre saberes. Educar con el cerebro en mente y con la tecnología al servicio de la emoción es el camino hacia una enseñanza verdaderamente inclusiva, significativa y adaptada a las exigencias de la sociedad contemporánea.

## Referencias Bibliográficas

- Area-Moreira, M., Santana-Bonilla, P. J., & Sanabria-Mesa, A. L. (2020). La transformación digital de los centros escolares: Obstáculos y resistencias. *Digital Education Review*, 37, 15–31. <https://doi.org/10.1344/der.2020.37.15-31>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Palacios-Rodríguez, A., & Llorente-Cejudo, C. (2021). Digital competence of higher education professor according to DigCompEdu: Statistical research methods with ANOVA between fields of knowledge in different age ranges. *Education and Information Technologies*, 26, 4691–4708. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10476-5>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). e-Learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning (4th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The ‘what’ and ‘why’ of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Damasio, A. (2000). The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness. New York, NY: Mariner Books.
- Gardner, H. (2011). Frames of mind: The theory of multiple intelligences (Updated ed.). New York, NY: Basic Books.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105–117). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hattie, J. (2009). Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. London: Routledge.
- Immordino-Yang, M. H. (2015). Emotions, learning, and the brain: Exploring the educational implications of affective neuroscience. New York, NY: W. W. Norton & Company.
- Kandel, E. R. (2006). In search of memory: The emergence of a new science of mind. New York, NY: W. W. Norton & Company.

- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1)
- Mayer, R. E. (2021). Multimedia learning (3rd ed.). New York, NY: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108859101>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). Agenda Educativa Digital 2021–2025. Quito: MINEDUC. <https://educacion.gob.ec/>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (s. f.). Lineamientos tecnopedagógicos para el uso de plataformas digitales. Quito: MINEDUC.
- Mora, F. (2017). Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama. Madrid: Alianza Editorial.
- OECD. (2020). OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the frontiers with AI, blockchain and robots. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Sousa, D. A. (2022). How the brain learns (6th ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2018). Neuromyths: Debunking false ideas about the brain. New York, NY: W. W. Norton & Company.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.