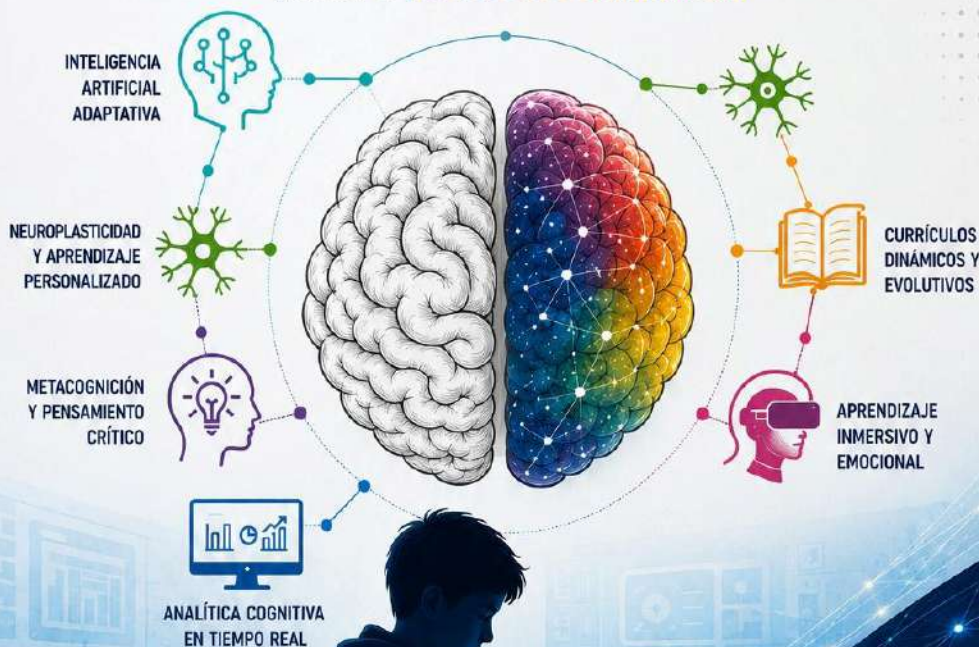


NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL:

EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

Ciencia, tecnología y conciencia para **transformar la educación**
y liberar el **potencial del cerebro humano**



AUTORES

Camacho M, Rainy J
Espada L, Ximena G
Paravicini Z, Carlos E
Delgado H, Edwin G



POTENCIAR
CAPACIDADES
HUMANAS



DESARROLLAR
CREATIVIDAD
Y CONCIENCIA



CONECTAR
TECNOLOGÍA,
EMOCIÓN Y CIENCIA



CONSTRUIR EL FUTURO
DE LA EDUCACIÓN



*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

Autores:

Camacho Marín, Rainy José¹

Espada Leyton, Ximena Guadalupe²

Paravicini Zarate, Carlos Ernesto³

Delgado Herrera, Edwin Giovanni⁴

¹<https://orcid.org/0000-0003-0655-7064>; rainycamacho23@gmail.com, Universidad Dr. José Gregorio Hernández; Maracaibo, Venezuela

²<https://orcid.org/0009-0003-8907-6254>; xespada08@gmail.com, Universidad Católica Boliviana "San Pablo"; Cochabamba, Bolivia

³<https://orcid.org/0000-0008-2594-9781>; c.paravicini@umss.edu, Universidad Mayor de San Simón; Cochabamba, Bolivia

⁴<https://orcid.org/0009-0002-9432-5908>; edwin_churos_tkd@hotmail.com, Universidad Bolívarina del Ecuador; Quito, Ecuador

HACKEANDO EL CEREBRO

Inteligencia Artificial y la Nueva Revolución del Aprendizaje

Adriana Estefanny, Castro González

EDITORIAL CIENCIA Y DESCUBRIMIENTO

Sello Editorial: 978-9942-7299

Email: info@cienciaydescubrimiento.com Quito –Ecuador

**AUTOR DE ILUSTRACIONES, DIAGRAMACIÓN,
DISEÑO DE CUBIERTA Y EDICIÓN GRÁFICA
EDITORIAL CIENCIA Y DESCUBRIMIENTO
DIRECCIÓN EDITORIAL**

Editorial Ciencia y Descubrimiento

ISBN: EN PROCESO

DOI: 10.63816/b89sqx78

PUBLICACIÓN

Julio 2026

LIBRO DIGITAL

© Todos los derechos reservados para el autor. La reproducción total o parcial de la presente obra por cualquier medio, queda rigurosamente prohibido

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

Camacho Marín, Rainy José¹

Espada Leyton, Ximena Guadalupe²

Paravicini Zarate, Carlos Ernesto³

Delgado Herrera, Edwin Giovanny⁴

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL:

EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO



www.cienciaydescubrimiento.com/editorial

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

Contenido

Prólogo	10
Introducción	14
Capítulo I.....	20
Los Fundamentos de la Neuropedagogía Digital ..	20
1.1. La evolución del aprendizaje humano.....	21
1.1.1. Del conductismo a la neuroeducación.	22
1.1.2. Cómo aprende el cerebro en la era digital	24
1.1.3. El nacimiento de la Neuropedagogía Digital	25
1.2. Neurociencia aplicada a la educación	27
1.2.1. Neuroplasticidad y reorganización cerebral.....	29
1.2.2. Memoria, atención y funciones ejecutivas	30
1.2.3. Emoción, motivación y aprendizaje significativo.....	31
1.3. Arquitectura neurocognitiva del aprendizaje	33
1.3.1. Redes neuronales y procesamiento de la información	34
1.3.2. Metacognición y autorregulación del aprendizaje	36
1.3.3. Pensamiento crítico desde la neurociencia	37
1.4. El nuevo mapa del aprendizaje humano.....	39

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

1.4.1. Inteligencia biológica e inteligencia digital	40
1.4.2. Ecosistemas inteligentes de aprendizaje	41
1.4.3. Transformación cognitiva para el siglo XXI	42
Capítulo II	46
Inteligencia Artificial y Aprendizaje Inteligente...	46
2.1. Inteligencia Artificial Adaptativa.....	47
2.1.1. Sistemas inteligentes de aprendizaje personalizado	48
2.1.2. Algoritmos adaptativos y rutas individuales	49
2.1.3. Tutoría inteligente basada en IA	50
2.2. Currículos dinámicos y educación personalizada.....	52
2.2.1. Diseño curricular evolutivo.....	53
2.2.2. Aprendizaje adaptativo basado en datos	54
2.2.3. Personalización del proceso educativo	55
2.3. Analítica cognitiva en tiempo real	57
2.3.1. Learning Analytics y NeuroAnalytics.	58
2.3.2. Predicción del rendimiento académico	59
2.3.3. Evaluación inteligente del aprendizaje	60
2.4. Aprendizaje inmersivo y tecnologías emergentes	62

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

2.4.1. Realidad Virtual y Realidad Aumentada	63
2.4.2. Inteligencia Artificial Generativa en educación	64
2.4.3. Gamificación neuroadaptativa y experiencias inmersivas	65
Capítulo III	68
La Escuela Inteligente del Futuro	68
3.1. El docente en la era de la Neuropedagogía Digital	69
3.1.1. Del transmisor al diseñador de experiencias cognitivas	70
3.1.2. Competencias docentes para la educación inteligente.....	71
3.1.3. Liderazgo pedagógico basado en neurociencia	73
3.2. Competencias humanas para el siglo XXI .	74
3.2.1. Creatividad e innovación.....	76
3.2.2. Pensamiento crítico y resolución de problemas.....	77
3.2.3. Competencias digitales y ciudadanía global.....	78
3.3. Ética e inteligencia artificial educativa	79
3.3.1. Privacidad y protección de los datos cognitivos.....	81
3.3.2. Sesgos algorítmicos y equidad educativa	82

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

3.3.3. Humanismo digital y responsabilidad ética	83
3.4. El futuro del aprendizaje humano	85
3.4.1. Ecosistemas educativos inteligentes ...	86
3.4.2. Convergencia entre neurociencia, IA y pedagogía	87
3.4.3. Hacia una educación centrada en el potencial humano	88
Referencias.....	91

Prólogo

La educación siempre ha sido una expresión de esperanza. Cada generación deposita en ella la posibilidad de comprender mejor el mundo y, al mismo tiempo, de transformarlo. Sin embargo, pocas épocas han enfrentado cambios tan acelerados como la nuestra. La inteligencia artificial, los entornos digitales, la automatización y las nuevas formas de acceder al conocimiento están modificando no solo las herramientas con las que aprendemos, sino también nuestra relación con la información, la memoria, la atención y la construcción del conocimiento.

En este escenario surge *Neuropedagogía Digital: El nuevo mapa del aprendizaje humano*, una obra que invita a mirar la transformación educativa desde un punto de partida esencial: comprender al ser humano que aprende. Su estructura propone un recorrido que comienza con los fundamentos de la neuropedagogía digital y avanza hacia la inteligencia artificial aplicada al aprendizaje y la construcción de la escuela inteligente del futuro.

Uno de los mayores aciertos de este libro es situar la tecnología en diálogo con la neurociencia y la pedagogía. No se trata simplemente de incorporar dispositivos, plataformas o sistemas inteligentes al aula. La verdadera transformación educativa comienza cuando comprendemos cómo intervienen la atención, la memoria, las emociones, la motivación, las funciones ejecutivas, la metacognición y la neuroplasticidad en los procesos de aprendizaje. Desde esa comprensión, la tecnología adquiere sentido pedagógico y puede convertirse en una herramienta para ampliar las posibilidades humanas.

Esta perspectiva resulta especialmente necesaria ante el avance de la inteligencia artificial. La personalización del aprendizaje, los sistemas adaptativos, la analítica educativa, la inteligencia artificial generativa y las tecnologías inmersivas abren posibilidades que hace apenas algunos años parecían lejanas. Al mismo tiempo, plantean interrogantes sobre privacidad, equidad, sesgos, autonomía y responsabilidad. Por ello, resulta acertado que la obra incorpore explícitamente la ética, la protección de los datos cognitivos y el humanismo digital dentro de su reflexión sobre la educación del futuro.

Esta preocupación coincide con uno de los grandes debates educativos de nuestro tiempo. La UNESCO ha insistido en que la integración de la inteligencia artificial debe conservar un enfoque centrado en el ser humano, proteger la agencia de estudiantes y docentes y evitar que la innovación tecnológica profundice las desigualdades existentes. El desafío, por tanto, no consiste en educar para depender de máquinas cada vez más inteligentes, sino en formar seres humanos capaces de utilizarlas con pensamiento crítico, creatividad, responsabilidad y criterio ético.

La propuesta de Neuropedagogía Digital adquiere especial significado precisamente en esa intersección. Neurociencia, inteligencia artificial y pedagogía no aparecen como campos aislados, sino como componentes de un nuevo ecosistema educativo. El libro plantea así una transición desde modelos centrados fundamentalmente en la transmisión del conocimiento hacia ambientes capaces de reconocer diferencias individuales, promover la autorregulación y generar experiencias de aprendizaje más activas, personalizadas y significativas.

Pero ninguna tecnología, por avanzada que sea, puede sustituir aquello que hace profundamente humana a la educación. Enseñar significa acompañar, inspirar, desafiar, escuchar y generar oportunidades para que otra persona descubra sus capacidades. En este sentido, la escuela del futuro no debería caracterizarse únicamente por disponer de inteligencia artificial, realidad virtual o sistemas predictivos. Debería distinguirse, sobre todo, por utilizar responsablemente esos recursos para desarrollar el potencial humano. La propia discusión internacional contemporánea está reclamando que la pedagogía, y no la automatización, permanezca en el centro de las decisiones educativas.

El lector encontrará, por tanto, una obra que no se limita a describir tecnologías emergentes. Sus páginas plantean preguntas sobre el aprendizaje que necesitaremos construir en las próximas décadas, las competencias que deberán desarrollar estudiantes y docentes y las responsabilidades éticas que acompañarán esta transformación. Creatividad, pensamiento crítico, autorregulación, ciudadanía digital y capacidad de aprender permanentemente adquieren aquí una importancia comparable al conocimiento disciplinar.

Neuropedagogía Digital: El nuevo mapa del aprendizaje humano representa, finalmente, una invitación a pensar la educación desde el encuentro entre ciencia, pedagogía, tecnología y humanismo. Su mayor desafío será también el desafío de quienes recorran sus páginas: comprender que el futuro educativo no estará determinado únicamente por lo que las máquinas sean capaces de hacer, sino por aquello que los seres humanos decidamos hacer con ellas.

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

Que esta obra contribuya a formar docentes capaces de comprender el cerebro sin reducir al estudiante a su biología; utilizar la tecnología sin convertirla en el centro de la educación; incorporar la inteligencia artificial sin renunciar al pensamiento propio; e innovar sin perder de vista que detrás de cada dato, cada algoritmo y cada proceso cognitivo existe una persona aprendiendo.

Ese es, quizá, el verdadero nuevo mapa que necesitamos construir.

Raúl Camacho

Dr. En educación

Introducción

La educación atraviesa una transformación que supera la incorporación de dispositivos, plataformas digitales o nuevas metodologías. El cambio alcanza la propia manera de comprender cómo aprende el ser humano en un contexto caracterizado por la hiperconectividad, la disponibilidad inmediata de información y la presencia creciente de sistemas de inteligencia artificial. Esta transformación demanda revisar los fundamentos pedagógicos desde los cuales se diseñan las experiencias educativas, especialmente cuando las tecnologías comienzan a intervenir en la personalización, evaluación y acompañamiento del aprendizaje (Wang et al., 2024).

Los avances de la neurociencia han contribuido a una comprensión más amplia de los procesos que participan en el aprendizaje. La neuroplasticidad, la atención, la memoria, la motivación, las emociones y las funciones ejecutivas mantienen relaciones estrechas con la manera en que las personas adquieren, organizan y utilizan nuevos conocimientos (Guerra, 2023). En los entornos digitales, además, las diferencias individuales en atención selectiva y compromiso pueden influir en el aprendizaje obtenido mediante recursos audiovisuales y clases en línea (King et al., 2023).

Sin embargo, comprender los mecanismos neurocognitivos no resulta suficiente para interpretar el aprendizaje contemporáneo. Una parte creciente de las experiencias educativas ocurre dentro de ecosistemas digitales donde convergen información, interacción, plataformas, recursos multimedia, datos y algoritmos. Esta realidad exige analizar conjuntamente las capacidades

humanas y las condiciones tecnológicas que median el aprendizaje, evitando asumir que la incorporación de una herramienta digital produce, por sí misma, una innovación pedagógica.

En esta intersección se sitúa la Neuropedagogía Digital, entendida en esta obra como un campo integrador orientado a comprender y diseñar experiencias educativas desde la convergencia entre neurociencia, pedagogía y tecnologías digitales. Su propósito no consiste en reducir al estudiante a su funcionamiento cerebral ni trasladar mecánicamente resultados de laboratorio al aula. Busca interpretar los procesos cognitivos, emocionales y autorregulatorios del aprendizaje para orientar decisiones pedagógicas en escenarios mediados crecientemente por tecnologías.

Esta perspectiva requiere evitar reduccionismos y neuromitos. Aprender no equivale a recibir y almacenar información de manera mecánica; supone seleccionar información relevante, relacionarla con conocimientos anteriores, construir representaciones, recuperar información, regular acciones y modificar progresivamente estructuras de conocimiento. Atención, memoria y funciones ejecutivas mantienen relaciones complejas dentro del procesamiento cognitivo, lo que impide comprender el aprendizaje mediante explicaciones aisladas de una sola función cerebral (Naveh-Benjamin & Cowan, 2023).

A esta transformación se suma el rápido desarrollo de la inteligencia artificial educativa. Los sistemas adaptativos, la analítica del aprendizaje, la inteligencia artificial generativa y las herramientas de tutoría inteligente ofrecen posibilidades para personalizar determinadas experiencias, proporcionar retroalimentación y analizar

patrones de aprendizaje. Las revisiones recientes muestran una expansión considerable de estas aplicaciones, aunque también evidencian diversidad metodológica y la necesidad de fortalecer los fundamentos teóricos que orientan su implementación educativa (Wang et al., 2024; Mustafa et al., 2024).

La presencia de inteligencia artificial, sin embargo, no garantiza mejores aprendizajes. Díaz y Nussbaum (2024) advierten que buena parte de las aplicaciones educativas de IA todavía presenta una fundamentación pedagógica limitada. Esta observación resulta decisiva para la propuesta de este libro: la inteligencia tecnológica necesita estar acompañada por inteligencia pedagógica. El desafío no consiste simplemente en introducir algoritmos en las aulas, sino en determinar cuándo, cómo y para qué utilizarlos en función de objetivos educativos claramente definidos.

Las investigaciones recientes muestran también resultados prometedores cuando la inteligencia artificial se integra dentro de diseños pedagógicos estructurados. En educación escolar, la enseñanza relacionada con IA ha mostrado posibilidades para fortalecer alfabetización en inteligencia artificial, resolución de problemas, motivación y reflexión ética, particularmente mediante actividades prácticas y aprendizaje basado en proyectos (Lee & Kwon, 2024). De forma semejante, una revisión realizada por Liu y Zhong (2024) señala la importancia del aprendizaje experiencial, los contextos auténticos, el acompañamiento docente y los andamiajes educativos en la enseñanza de IA.

La transformación digital también modifica el papel del docente. Su función se desplaza progresivamente desde la transmisión predominante de información hacia el diseño de experiencias, la mediación cognitiva, la retroalimentación

y el acompañamiento del aprendizaje. La evidencia disponible sobre inteligencia artificial aplicada a la enseñanza muestra precisamente que sus beneficios dependen de las estrategias pedagógicas mediante las cuales se incorpora y de la capacidad de los educadores para relacionarla con objetivos, actividades y procesos de evaluación (Almasri, 2024).

El estudiante, por su parte, necesita desarrollar nuevas capacidades para desenvolverse en ambientes donde la información puede ser producida, organizada y recomendada algorítmicamente. Ya no resulta suficiente acceder al conocimiento; se requiere interpretarlo, contrastarlo, cuestionarlo y utilizarlo responsablemente. Pensamiento crítico, metacognición, autorregulación, creatividad y alfabetización en inteligencia artificial adquieren así una importancia creciente dentro de la formación contemporánea. La revisión de Lee y Kwon (2024) confirma precisamente que la educación en IA debe integrar conocimientos tecnológicos con resolución de problemas y reflexión sobre sus implicaciones éticas.

Este escenario introduce además desafíos relacionados con la autonomía, la privacidad, la transparencia y el control humano. Los sistemas educativos basados en datos pueden ofrecer información valiosa para comprender determinados procesos de aprendizaje, pero también plantean preguntas sobre quién recopila esos datos, cómo son interpretados y qué decisiones pueden delegarse a sistemas automatizados. Alfredo et al. (2024) señalan que el desarrollo de analítica del aprendizaje e IA centradas en las personas requiere equilibrar automatización y control humano e involucrar activamente a estudiantes y otros actores educativos en su diseño.

Surge entonces una de las preguntas centrales de esta obra: ¿cómo será el aprendizaje humano cuando la inteligencia biológica conviva permanentemente con sistemas de inteligencia digital? La respuesta no debería plantearse desde la sustitución de una inteligencia por otra. El desafío educativo consiste en explorar formas de complementariedad capaces de ampliar las oportunidades de aprendizaje sin debilitar la autonomía intelectual, las relaciones humanas, el pensamiento crítico y la responsabilidad sobre las decisiones.

Bajo estas premisas, *Neuropedagogía Digital: El nuevo mapa del aprendizaje humano* se organiza en tres capítulos. El primero, Los Fundamentos de la Neuropedagogía Digital, estudia la evolución del aprendizaje humano, los aportes de la neurociencia educativa, la arquitectura neurocognitiva y la relación emergente entre inteligencia biológica e inteligencia digital.

El segundo capítulo, Inteligencia Artificial y Aprendizaje Inteligente, profundiza en sistemas adaptativos, currículos dinámicos, personalización, analítica cognitiva y tecnologías emergentes. Se abordan la tutoría inteligente, las rutas individuales de aprendizaje, *Learning Analytics*, realidad virtual, realidad aumentada, inteligencia artificial generativa y experiencias neuroadaptativas.

El tercer capítulo, La Escuela Inteligente del Futuro, dirige la reflexión hacia el docente, las competencias humanas del siglo XXI y los desafíos éticos asociados con la inteligencia artificial. Privacidad, protección de datos cognitivos, sesgos algorítmicos, equidad, ciudadanía global y humanismo digital adquieren especial importancia en este recorrido.

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

Este libro parte, finalmente, de una convicción: el futuro de la educación no será exclusivamente tecnológico ni exclusivamente neurocientífico; deberá continuar siendo profundamente humano. La neurociencia puede ampliar nuestra comprensión del aprendizaje y la inteligencia artificial puede ofrecer nuevas herramientas para acompañarlo, pero la pedagogía debe proporcionar el propósito que oriente ambas. La Neuropedagogía Digital propone construir ese puente y dibujar un nuevo mapa en el que ciencia, educación, tecnología y humanismo converjan alrededor de una finalidad común: desarrollar el potencial humano para aprender, crear y transformar.

Capítulo I

Los Fundamentos de la Neuropedagogía Digital

"Para transformar la educación primero debemos comprender cómo aprende realmente el cerebro."

La educación contemporánea exige comprender el aprendizaje desde una perspectiva que integre los aportes de la pedagogía, la neurociencia y la psicología cognitiva. Aprender implica la interacción de procesos como atención, memoria, emoción, motivación, percepción y funciones ejecutivas, los cuales funcionan de manera dinámica y se modifican a partir de la experiencia y las condiciones del entorno (Guerra, 2023; Naveh-Benjamin & Cowan, 2023). La expansión de las tecnologías digitales incorpora nuevos desafíos, debido a que los estudiantes interactúan constantemente con contenidos multimedia, plataformas educativas, sistemas algorítmicos e inteligencia artificial, factores que inciden en la atención y en la manera de procesar la información (King et al., 2023).

En este contexto surge la Neuropedagogía Digital como una perspectiva integradora entre neurociencia, pedagogía y tecnología; su propósito es comprender cómo diseñar experiencias educativas acordes con las características cognitivas, emocionales y sociales del estudiante en entornos cada vez más digitalizados. No busca reducir el aprendizaje a procesos cerebrales ni convertir la tecnología en el centro de la educación. Por el contrario, propone utilizar el conocimiento científico y los recursos digitales para orientar decisiones pedagógicas que

favorezcan aprendizajes más significativos, conscientes y adaptados a las necesidades humanas.

1.1. La evolución del aprendizaje humano

La comprensión científica del aprendizaje ha experimentado transformaciones profundas; durante buena parte del siglo XX, distintas teorías intentaron explicar cómo las personas adquieren conocimientos y modifican sus comportamientos. El conductismo centró su interés en las relaciones observables entre estímulos y respuestas; posteriormente, el desarrollo de las ciencias cognitivas desplazó parte de esa atención hacia procesos internos como memoria, percepción, razonamiento y resolución de problemas. Estos cambios permitieron comprender que el aprendizaje no podía explicarse únicamente mediante aquello que era directamente observable.

El desarrollo posterior de la neurociencia abrió nuevas posibilidades para estudiar las bases biológicas relacionadas con estos procesos; el cerebro comenzó a comprenderse como un sistema dinámico cuya organización puede modificarse mediante la experiencia. La neuroplasticidad adquirió así especial relevancia para la educación, porque permite comprender que aprender supone cambios funcionales y estructurales asociados con la interacción entre experiencia, ambiente y características individuales. Esto no significa que exista una correspondencia simple entre una estrategia pedagógica y una determinada región cerebral; por el contrario, exige reconocer la complejidad del aprendizaje humano (Guerra, 2023).

En la actualidad, esta evolución incorpora un nuevo componente: la interacción permanente entre capacidades humanas y tecnologías digitales; los sistemas inteligentes ya pueden generar contenidos, proporcionar retroalimentación, identificar determinados patrones y adaptar recursos educativos. Sin embargo, la evidencia contemporánea advierte que estas posibilidades requieren fundamentos pedagógicos claros y no deben confundirse con aprendizaje automático del estudiante (Díaz & Nussbaum, 2024; Wang et al., 2024). La evolución del aprendizaje humano entra así en una etapa donde comprender la cognición resulta inseparable de analizar los ambientes tecnológicos en los que se desarrolla.

1.1.1. Del conductismo a la neuroeducación

El conductismo constituyó uno de los primeros grandes intentos sistemáticos de estudiar científicamente el aprendizaje; su interés por la conducta observable permitió establecer principios relacionados con asociación, refuerzo, práctica y modificación del comportamiento. Su influencia educativa fue considerable y todavía puede reconocerse en determinadas prácticas basadas en objetivos observables, repetición, retroalimentación y refuerzo. Sin embargo, sus explicaciones resultaban insuficientes para comprender procesos internos como memoria, emoción, razonamiento, metacognición o toma de decisiones.

La denominada revolución cognitiva amplió posteriormente el objeto de estudio; aprender comenzó a entenderse como un proceso relacionado con la adquisición, organización, recuperación y transformación de información. Atención y memoria pasaron a ocupar un lugar central, junto con conceptos como esquemas, conocimientos

previos y resolución de problemas. La investigación contemporánea continúa mostrando que atención, memoria de trabajo, funciones ejecutivas y conocimiento mantienen relaciones estrechas, aunque complejas, en el funcionamiento cognitivo (Naveh-Benjamin & Cowan, 2023).

El avance de las técnicas y conocimientos neurocientíficos permitió incorporar progresivamente otra pregunta: ¿qué ocurre en el cerebro mientras aprendemos? La neuroeducación emergió del encuentro entre neurociencia, psicología y educación, buscando establecer puentes entre el conocimiento científico del cerebro y los procesos educativos. Su valor no reside en ofrecer recetas neuronales para enseñar, sino en aportar evidencias que ayuden a comprender fenómenos como plasticidad, atención, memoria, emoción y autorregulación (Guerra, 2023).

Este tránsito también obliga a actuar con cautela; la utilización educativa de la neurociencia ha estado acompañada por simplificaciones y neuromitos que atribuyen al cerebro características no respaldadas suficientemente por la evidencia. La neuroeducación rigurosa debe evitar explicaciones deterministas y reconocer que el aprendizaje se encuentra influido simultáneamente por factores biológicos, psicológicos, sociales, culturales y educativos. Por ello, comprender el cerebro constituye una fuente adicional para mejorar la pedagogía, no un reemplazo de la pedagogía.

1.1.2. Cómo aprende el cerebro en la era digital

El cerebro humano conserva los principios biológicos fundamentales mediante los cuales ha aprendido durante generaciones; lo que ha cambiado de manera acelerada es el entorno de aprendizaje. Hoy una persona puede alternar entre textos, imágenes, videos, notificaciones, plataformas, buscadores y sistemas de inteligencia artificial en períodos muy breves. Esta abundancia de estímulos introduce nuevas exigencias sobre la selección de información relevante, el control atencional y la autorregulación.

La atención constituye un recurso limitado. Por esta razón, disponer simultáneamente de múltiples estímulos no significa necesariamente procesar más información de manera significativa. En ambientes educativos digitales, el diseño del recurso, la presencia del instructor, las señales visuales y las diferencias individuales en atención pueden relacionarse con el nivel de compromiso y aprendizaje alcanzado (King et al., 2023). La Neuropedagogía Digital debe, por tanto, diferenciar entre estimulación y aprendizaje: incrementar estímulos no garantiza aumentar comprensión.

La memoria también desempeña un papel decisivo; para que la información se transforme en conocimiento utilizable necesita ser seleccionada, relacionada con estructuras previas, organizada y posteriormente recuperada. Las tecnologías pueden apoyar estos procesos mediante recursos multimodales, retroalimentación, práctica distribuida o personalización; pero también pueden incrementar la carga cognitiva cuando el entorno presenta información redundante, interrupciones o demandas simultáneas innecesarias. El diseño pedagógico continúa siendo, por ello, determinante.

La llegada de la inteligencia artificial profundiza esta transformación; los estudiantes ya no interactúan solamente con información digital estática, sino con sistemas capaces de responder preguntas, generar explicaciones y adaptar determinados recursos. Las revisiones recientes muestran un crecimiento significativo de las aplicaciones educativas de IA, aunque también señalan la necesidad de mayor fundamentación pedagógica, transparencia y evaluación de sus resultados (Mustafa et al., 2024; Wang et al., 2024). El desafío consiste en aprovechar estas capacidades sin sustituir procesos esenciales como reflexión, esfuerzo cognitivo, pensamiento crítico y construcción autónoma del conocimiento.

1.1.3. El nacimiento de la Neuropedagogía Digital

La Neuropedagogía Digital surge como respuesta a una realidad educativa en la que ya no resulta suficiente estudiar por separado cerebro, enseñanza y tecnología; los estudiantes aprenden dentro de ecosistemas híbridos donde interactúan experiencias presenciales y digitales, emociones, relaciones sociales, información, plataformas y sistemas inteligentes. Comprender este escenario requiere un enfoque capaz de establecer relaciones entre los mecanismos humanos del aprendizaje y las características de los ambientes tecnológicos.

En esta obra, la Neuropedagogía Digital se entiende como un campo interdisciplinario orientado al estudio, diseño y evaluación de experiencias de aprendizaje que integran conocimientos de la neurociencia, principios pedagógicos y tecnologías digitales con el propósito de favorecer procesos cognitivos, emocionales, metacognitivos y sociales, manteniendo al ser humano como centro de la

acción educativa. Esta definición constituye el punto de partida conceptual desde el cual se desarrollará el resto del libro.

Su arquitectura puede comprenderse mediante tres pilares interdependientes: neurociencia, pedagogía y tecnología; la neurociencia contribuye a comprender determinados mecanismos relacionados con el aprendizaje; la pedagogía establece propósitos, estrategias, mediaciones y criterios de evaluación; mientras que la tecnología amplía las posibilidades de representación, interacción, personalización y acceso. Ninguno de estos componentes resulta suficiente de manera aislada. Especialmente en inteligencia artificial, la investigación reciente advierte sobre la necesidad de fortalecer la fundamentación pedagógica de las aplicaciones educativas (Díaz & Nussbaum, 2024).

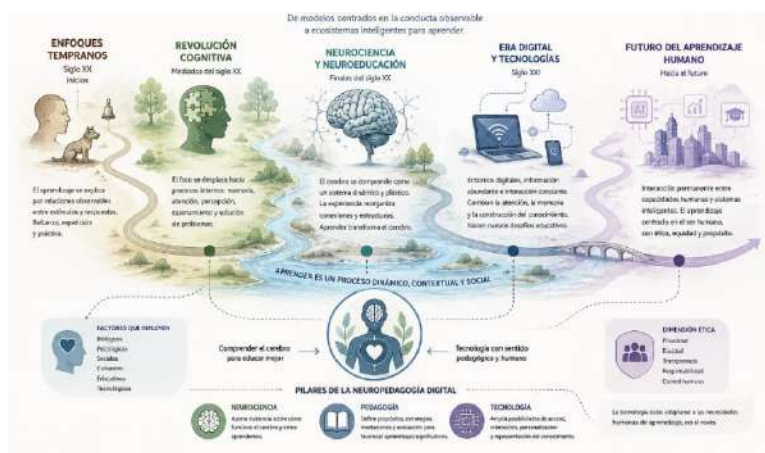
La Neuropedagogía Digital tampoco propone sustituir al docente por sistemas inteligentes; por el contrario, demanda un profesional capaz de interpretar información sobre el aprendizaje, seleccionar tecnologías pertinentes, diseñar experiencias cognitivamente significativas y acompañar procesos de autorregulación. La evidencia disponible sobre IA educativa muestra que su potencial depende en buena medida de cómo se articula con estrategias pedagógicas y objetivos de aprendizaje (Almasri, 2024).

En tal sentido, este campo incorpora una dimensión ética; cuanto mayor sea la capacidad tecnológica para recopilar datos, predecir comportamientos o personalizar experiencias, mayor deberá ser la responsabilidad respecto a privacidad, autonomía, equidad y transparencia. Los enfoques de analítica e inteligencia artificial centrados en las

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

personas destacan precisamente la necesidad de conservar el control humano y considerar activamente a los actores educativos en el diseño de estos sistemas (Alfredo et al., 2024). La Neuropedagogía Digital propone, en consecuencia, una transformación tecnológica guiada por un principio fundamental: la tecnología debe adaptarse a las necesidades humanas de aprendizaje y no el aprendizaje humano a las exigencias de la tecnología.

Figura 1



Evolución del aprendizaje humano

1.2. Neurociencia aplicada a la educación

La neurociencia aplicada a la educación permite aproximarse al aprendizaje desde los procesos que sostienen la actividad cognitiva, emocional y conductual del estudiante, aportando conocimientos sobre plasticidad cerebral, memoria, atención, motivación y funciones

ejecutivas que complementan la comprensión pedagógica y ayudan a interpretar por qué las experiencias educativas pueden producir respuestas diferentes entre los estudiantes, debido a que aprender depende de la interacción entre características individuales, experiencias previas y condiciones del entorno (Costa, 2023).

Su incorporación al campo educativo no supone trasladar directamente los hallazgos del laboratorio al aula ni convertir el conocimiento cerebral en una fórmula didáctica, más bien implica establecer un diálogo entre evidencia científica y práctica pedagógica que permita comprender mejor las condiciones relacionadas con el aprendizaje, evitando explicaciones reduccionistas y reconociendo que los factores biológicos interactúan permanentemente con dimensiones psicológicas, sociales y culturales.

Esta perspectiva adquiere especial importancia en los ambientes educativos actuales, donde los estudiantes están expuestos a múltiples estímulos y nuevas formas de interacción con el conocimiento, por esta razón, comprender los mecanismos vinculados con la atención, la memoria y la regulación de la conducta ofrece elementos para diseñar actividades con niveles adecuados de complejidad, tiempos de trabajo pertinentes y oportunidades de recuperación, reflexión y participación.

La neurociencia puede enriquecer la práctica educativa cuando sus aportes se interpretan desde las necesidades reales del aprendizaje y no como recetas universales, de modo que su valor reside en ofrecer una base científica que dialogue con la experiencia docente y permita tomar decisiones más fundamentadas sobre la enseñanza, manteniendo siempre a la pedagogía como responsable de orientar los propósitos formativos.

1.2.1. Neuroplasticidad y reorganización cerebral

La neuroplasticidad expresa la capacidad del sistema nervioso para experimentar modificaciones funcionales y estructurales relacionadas con la experiencia, el aprendizaje y las condiciones del ambiente, una propiedad que permite comprender al cerebro como un sistema dinámico cuya organización puede cambiar a lo largo de la vida y que ofrece una base relevante para interpretar cómo la práctica y las experiencias sostenidas participan en la adquisición y consolidación de nuevos aprendizajes (Costa, 2023; Voss et al., 2024).

Cuando una persona aprende no incorpora simplemente información a una estructura cerebral invariable, sino que activa redes previamente construidas y establece nuevas relaciones entre conocimientos, experiencias y habilidades, de ahí que la práctica deliberada, la recuperación de información, la resolución de problemas y la exposición a situaciones variadas puedan favorecer procesos de reorganización asociados con el aprendizaje, siempre dentro de los límites y diferencias propias de cada individuo (Voss et al., 2024).

Esta capacidad también permite otorgar un significado pedagógico diferente al error, ya que una respuesta incorrecta puede convertirse en una oportunidad para revisar procedimientos, contrastar expectativas y reconstruir conocimientos cuando existe una retroalimentación pertinente, por lo que el aula debería ofrecer oportunidades para intentar, comprobar, recibir orientación y volver a actuar sobre aquello que todavía no se domina, en lugar de presentar el error únicamente como evidencia de fracaso.

Desde la educación resulta necesario evitar interpretaciones exageradas de la plasticidad cerebral, pues reconocer que el cerebro puede modificarse no significa afirmar que cualquier actividad produzca automáticamente cambios favorables ni que todos los estudiantes respondan de la misma manera, por ello, su principal aporte pedagógico consiste en recordar que el aprendizaje puede desarrollarse mediante experiencias progresivas, significativas y sostenidas que respeten las diferencias individuales.

1.2.2. Memoria, atención y funciones ejecutivas

La atención permite seleccionar información relevante dentro de un entorno en el que numerosos estímulos compiten simultáneamente por los recursos cognitivos, una condición especialmente importante en los escenarios digitales actuales donde mensajes, imágenes, videos, notificaciones y contenidos interactivos pueden disputar constantemente el foco del estudiante, de modo que aprender exige no solo presentar información sino crear condiciones que permitan concentrarse en aquello que realmente resulta necesario para comprender (King et al., 2023).

La memoria participa en la construcción y recuperación del conocimiento, aunque no funciona como un almacén donde la información queda registrada de forma idéntica, pues recordar implica reconstruir contenidos a partir de relaciones con conocimientos y experiencias anteriores, mientras que la memoria de trabajo permite mantener temporalmente información disponible durante actividades como comprender un texto, resolver un problema o seguir una secuencia de instrucciones, lo que explica la importancia de controlar la cantidad y complejidad

de información presentada simultáneamente (Naveh-Benjamin & Cowan, 2023).

Las funciones ejecutivas complementan estos procesos al permitir orientar la conducta hacia objetivos, controlar respuestas impulsivas, mantener información relevante y modificar una estrategia cuando deja de ser eficaz, destacándose entre sus componentes la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, capacidades que participan en numerosas situaciones académicas y cuya estructura es más compleja de lo que tradicionalmente se ha representado (Dias et al., 2024).

La relación entre estos procesos adquiere especial relevancia para la autorregulación del aprendizaje, porque planificar una tarea, administrar el tiempo, comprobar la propia comprensión y modificar una estrategia exige coordinar recursos atencionales, ejecutivos y metacognitivos, una interacción respaldada por investigaciones recientes que encuentran vínculos entre funciones ejecutivas, metacognición y aprendizaje autorregulado (Dörrenbächer-Ulrich et al., 2024).

1.2.3. Emoción, motivación y aprendizaje significativo

Aprender constituye también una experiencia emocional, debido a que curiosidad, interés, confianza, frustración o temor pueden acompañar la interacción del estudiante con una tarea y modificar su disposición para participar en ella, lo que permite comprender que cognición y emoción no representan dimensiones completamente independientes y que las condiciones afectivas presentes en el ambiente educativo forman parte de la experiencia

mediante la cual se construyen nuevos conocimientos (Costa, 2023).

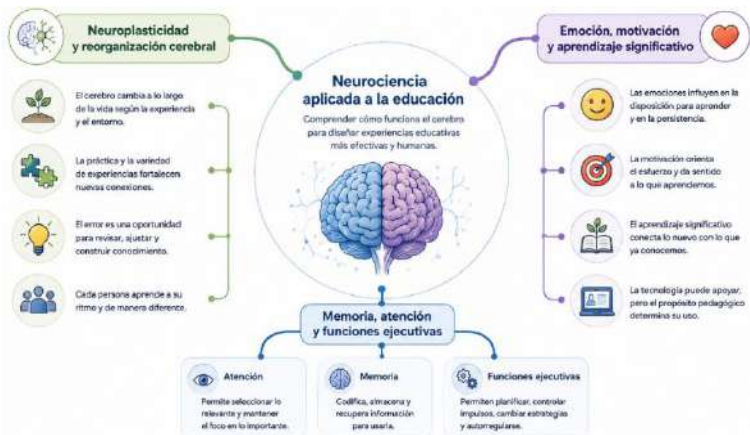
La motivación interviene en la dirección y persistencia del esfuerzo, por lo que un estudiante puede disponer de determinadas capacidades y, aun así, mostrar poco compromiso cuando no encuentra sentido en una actividad o considera que las posibilidades de alcanzar el objetivo son escasas, de ahí la importancia de proponer desafíos alcanzables, ofrecer oportunidades de autonomía y ayudar a reconocer el valor de aquello que se aprende sin depender exclusivamente de recompensas externas.

El aprendizaje adquiere mayor significado cuando los nuevos contenidos pueden vincularse con experiencias, conocimientos previos y situaciones relevantes para el estudiante, una relación que permite superar la simple memorización y favorece la utilización del conocimiento en contextos diferentes, por ello, preguntas auténticas, problemas cercanos, proyectos y experiencias prácticas pueden generar condiciones para integrar emoción, motivación y actividad cognitiva alrededor de una finalidad comprensible.

En los ambientes digitales esta relación requiere especial cuidado, ya que una plataforma atractiva, un videojuego educativo o una herramienta de inteligencia artificial pueden captar rápidamente el interés sin garantizar comprensión profunda, por esta razón, la Neuropedagogía Digital diferencia la capacidad de estimular de la capacidad de enseñar y propone utilizar la tecnología cuando exista una intención pedagógica capaz de convertir el interés inicial en participación, reflexión, construcción de significado y autonomía.

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

Figura 2



Neurociencia y educación

1.3. Arquitectura neurocognitiva del aprendizaje

La arquitectura neurocognitiva del aprendizaje puede comprenderse como la interacción de distintos procesos que permiten percibir información, interpretarla, relacionarla con conocimientos previos y utilizarla para responder a nuevas situaciones, en esta dinámica participan redes cerebrales distribuidas vinculadas con atención, memoria, lenguaje, control ejecutivo y procesamiento emocional, lo que permite superar la idea de que aprender depende de una única región cerebral y orienta hacia una visión integrada del funcionamiento cognitivo.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje surge de la coordinación entre diferentes sistemas que actúan de acuerdo con las características de la tarea, las experiencias previas y las demandas del contexto, por ello, comprender

un texto, resolver un problema o elaborar una explicación implica activar conocimientos almacenados, mantener información relevante, inhibir estímulos innecesarios y supervisar las decisiones que se toman durante el proceso, una relación que muestra la estrecha conexión existente entre memoria de trabajo, atención y funciones ejecutivas (Naveh-Benjamin & Cowan, 2023).

En el ámbito educativo, esta mirada permite comprender por qué la calidad del aprendizaje no depende únicamente de la cantidad de información presentada, debido a que el estudiante necesita disponer de oportunidades para organizar, recuperar, contrastar y aplicar aquello que aprende, de modo que una enseñanza cognitivamente pertinente debe considerar los límites del procesamiento humano y favorecer una participación activa en la construcción del conocimiento.

La incorporación de tecnologías digitales amplía esta arquitectura al introducir nuevas formas de acceder y trabajar con la información, aunque su presencia no modifica los principios fundamentales del aprendizaje humano, por esta razón, la Neuropedagogía Digital propone utilizar los recursos tecnológicos como mediadores que apoyen la actividad cognitiva sin desplazar procesos esenciales como reflexión, memoria, autorregulación y toma consciente de decisiones.

1.3.1. Redes neuronales y procesamiento de la información

El cerebro funciona mediante redes formadas por numerosas estructuras interconectadas que participan de manera coordinada en diferentes actividades cognitivas, por

lo que leer, recordar, calcular o resolver un problema no puede atribuirse de forma exclusiva a una región aislada, más bien supone patrones dinámicos de interacción que cambian según la tarea, el conocimiento previo y las condiciones en las que se desarrolla la actividad.

El procesamiento de la información comienza con la selección de aquellos estímulos que adquieren relevancia para la persona, posteriormente esa información puede relacionarse con representaciones previamente construidas y mantenerse temporalmente disponible mientras se interpreta o utiliza, de esta manera, atención y memoria trabajan de forma estrechamente relacionada y permiten que una experiencia inmediata pueda integrarse progresivamente dentro de estructuras de conocimiento más amplias (Naveh-Benjamin & Cowan, 2023).

Esta dinámica tiene consecuencias directas para la enseñanza, debido a que presentar grandes cantidades de información en períodos breves puede dificultar su procesamiento cuando las demandas superan los recursos cognitivos disponibles, mientras que organizar contenidos de forma progresiva, activar conocimientos anteriores, proporcionar ejemplos pertinentes y ofrecer oportunidades de recuperación puede facilitar la construcción de conexiones significativas.

En los ambientes digitales resulta especialmente importante controlar la cantidad de estímulos que compiten por la atención, pues incorporar animaciones, videos, sonidos o elementos interactivos no garantiza una comprensión mayor, de ahí que el diseño neuropedagógico deba seleccionar cada recurso por su función dentro del aprendizaje y no solamente por su atractivo visual,

manteniendo un equilibrio entre riqueza de la experiencia y claridad cognitiva.

1.3.2. Metacognición y autorregulación del aprendizaje

La metacognición permite al estudiante tomar conciencia de sus propios procesos de aprendizaje, reconocer aquello que comprende, identificar dificultades y valorar la eficacia de las estrategias que utiliza, esta capacidad convierte al aprendiz en un participante activo que puede observar su desempeño y tomar decisiones para modificarlo, en lugar de limitarse a ejecutar instrucciones sin comprender cómo está aprendiendo.

La autorregulación amplía este proceso al integrar planificación, supervisión y ajuste de las acciones orientadas hacia una meta, por lo que estudiar de manera autónoma implica establecer objetivos, administrar el tiempo, seleccionar estrategias, controlar distracciones y revisar los resultados obtenidos, mientras que la evidencia reciente muestra relaciones relevantes entre aprendizaje autorregulado, metacognición y funciones ejecutivas (Dörrenbächer-Ulrich et al., 2024; Dörrenbächer-Ulrich & Bregulla, 2024).

Estas capacidades pueden fortalecerse mediante prácticas pedagógicas que hagan visible el proceso de pensamiento, entre ellas explicar cómo se resolvió una tarea, justificar la selección de una estrategia, comparar procedimientos, revisar errores o valorar el nivel de comprensión alcanzado, con ello, la evaluación deja de concentrarse exclusivamente en el resultado final y

comienza a proporcionar información para que el propio estudiante aprenda a dirigir progresivamente su aprendizaje.

En la era de la inteligencia artificial, la autorregulación adquiere una importancia aún mayor porque los estudiantes pueden obtener explicaciones, respuestas y contenidos con extraordinaria rapidez, ante esta realidad, la Neuropedagogía Digital plantea que las herramientas inteligentes deben utilizarse para ampliar las posibilidades de aprender sin sustituir el esfuerzo intelectual necesario para formular preguntas, comprobar información, reconocer errores y construir criterios propios.

1.3.3. Pensamiento crítico desde la neurociencia

El pensamiento crítico supone analizar información, contrastar evidencias, identificar relaciones, valorar argumentos y elaborar conclusiones fundamentadas, actividades que requieren la participación coordinada de conocimientos previos, memoria de trabajo, atención y control ejecutivo, por esta razón, no puede comprenderse como una habilidad independiente del conocimiento ni como una capacidad que aparece espontáneamente cuando el estudiante recibe grandes cantidades de información.

Pensar críticamente también exige controlar respuestas inmediatas y considerar explicaciones alternativas antes de aceptar una conclusión, en este proceso intervienen capacidades relacionadas con el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, debido a que una persona necesita detener determinadas respuestas intuitivas, revisar sus supuestos y modificar su interpretación cuando encuentra evidencias que contradicen aquello que inicialmente consideraba correcto.

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

El aula puede favorecer estos procesos cuando presenta situaciones que demandan argumentar, comparar fuentes, resolver problemas abiertos y justificar decisiones, de modo que el pensamiento crítico se desarrolla mediante experiencias donde el estudiante debe utilizar activamente el conocimiento y no solamente reproducirlo, una orientación que adquiere especial importancia frente a la abundancia de información disponible en los entornos digitales.

Figura 3



Arquitectura neurocognitiva del aprendizaje

La inteligencia artificial introduce un desafío adicional porque puede generar respuestas coherentes que no siempre son correctas, completas o adecuadamente contextualizadas, por ello, la alfabetización en IA necesita incorporar capacidades para comprender, evaluar y utilizar críticamente estos sistemas, aspecto que la literatura reciente identifica como parte esencial de la preparación educativa para interactuar responsablemente con tecnologías inteligentes (Casal-Otero et al., 2023; Lintner, 2024).

1.4. El nuevo mapa del aprendizaje humano

El aprendizaje humano está entrando en una etapa caracterizada por la convivencia cotidiana entre capacidades cognitivas biológicas y sistemas digitales capaces de procesar información, generar contenidos y responder a diferentes necesidades, esta relación modifica las formas de buscar información, resolver problemas y producir conocimiento, aunque no elimina la necesidad de comprender, interpretar y valorar aquello que las tecnologías proporcionan.

Este nuevo mapa no representa la sustitución del cerebro humano por tecnologías cada vez más potentes, más bien describe un ecosistema donde personas y herramientas digitales pueden complementar determinadas capacidades, mientras la inteligencia humana conserva funciones vinculadas con propósito, juicio, experiencia, contexto y responsabilidad, aspectos que resultan esenciales cuando las decisiones poseen consecuencias educativas, sociales o personales (Atchley et al., 2024).

La transformación exige revisar también qué significa aprender, pues disponer de información inmediata reduce la importancia de determinadas prácticas centradas exclusivamente en reproducir contenidos y aumenta el valor de saber interpretar, relacionar, verificar y utilizar el conocimiento, por ello, la educación necesita fortalecer capacidades que permitan desenvolverse con autonomía en ambientes donde una parte creciente de la información puede estar mediada por algoritmos.

Desde la Neuropedagogía Digital, este escenario se representa como un mapa abierto donde neurociencia,

pedagogía e inteligencia artificial convergen alrededor del estudiante, de modo que la innovación no se mide únicamente por la tecnología incorporada sino por su capacidad para ampliar las oportunidades de comprender, crear, colaborar y aprender con mayor autonomía.

1.4.1. Inteligencia biológica e inteligencia digital

La inteligencia biológica surge de un organismo que aprende mediante la experiencia y desarrolla capacidades para interpretar contextos, establecer relaciones, anticipar consecuencias y modificar su comportamiento, mientras que la inteligencia digital se construye mediante sistemas computacionales capaces de procesar grandes cantidades de datos, reconocer patrones y generar respuestas a partir de modelos diseñados y entrenados para determinadas funciones.

Ambas formas de inteligencia poseen características diferentes y no deberían presentarse como equivalentes, debido a que un sistema de inteligencia artificial puede producir respuestas sofisticadas sin experimentar el aprendizaje del mismo modo que una persona, por ello, atribuir capacidades humanas a los algoritmos puede generar interpretaciones erróneas sobre su funcionamiento y sobre el papel que deberían desempeñar dentro de la educación.

La relación más productiva se encuentra en la complementariedad, donde las tecnologías pueden apoyar determinadas tareas mientras el estudiante conserva capacidad de decisión y control sobre su proceso, una perspectiva coherente con los enfoques de inteligencia artificial centrada en las personas que destacan la necesidad

de fortalecer el control del aprendiz y estudiar formas responsables de colaboración humano-IA (Jin et al., 2024).

En consecuencia, aprender con inteligencia artificial no debería significar delegar el pensamiento, sino utilizar nuevas capacidades digitales para ampliar la exploración, recibir retroalimentación y contrastar posibilidades, manteniendo en la persona la responsabilidad de interpretar, cuestionar y decidir qué valor posee la información obtenida.

1.4.2. Ecosistemas inteligentes de aprendizaje

Un ecosistema inteligente de aprendizaje integra personas, espacios, recursos, datos y tecnologías alrededor de experiencias educativas conectadas, donde las plataformas adaptativas, la analítica del aprendizaje y la inteligencia artificial pueden ofrecer información para ajustar determinados apoyos, identificar necesidades y ampliar las posibilidades de interacción sin convertir el proceso educativo en una secuencia completamente automatizada.

La característica fundamental de estos ecosistemas no debería ser la cantidad de tecnología disponible, sino la capacidad para responder pedagógicamente a las necesidades de quienes aprenden, por ello, un ambiente inteligente necesita combinar personalización con autonomía, accesibilidad con participación y uso de datos con criterios claros de privacidad, transparencia y responsabilidad.

El docente conserva un papel decisivo dentro de esta estructura porque interpreta el contexto y convierte las posibilidades tecnológicas en decisiones pedagógicas, mientras que el estudiante necesita comprender

progresivamente cómo funcionan las herramientas que utiliza y qué consecuencias pueden derivarse de sus resultados, lo que convierte la alfabetización en inteligencia artificial en una competencia necesaria para desenvolverse dentro de estos nuevos escenarios (Sperling et al., 2024; Lintner, 2024).

La Neuropedagogía Digital propone que estos ecosistemas mantengan una arquitectura centrada en el ser humano, donde los datos sirvan para comprender mejor determinadas necesidades sin reducir al estudiante a indicadores cuantificables, de modo que personalizar no signifique encerrar a una persona dentro de un perfil algorítmico sino ampliar sus oportunidades para aprender y participar.

1.4.3. Transformación cognitiva para el siglo XXI

La transformación cognitiva del siglo XXI está vinculada con nuevas maneras de buscar, seleccionar, producir y compartir conocimiento, debido a que muchas tareas que anteriormente requerían largos procesos de localización de información pueden realizarse ahora mediante sistemas capaces de responder en segundos, una realidad que desplaza parte del desafío educativo desde el acceso hacia la capacidad de evaluar la calidad, pertinencia y confiabilidad de aquello que se recibe.

Este cambio exige fortalecer pensamiento crítico, autorregulación, creatividad, alfabetización digital y capacidad para interactuar con sistemas inteligentes, debido a que utilizar inteligencia artificial de manera competente implica comprender sus posibilidades y limitaciones, reconocer cuestiones éticas y conservar criterios propios

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

frente a sus resultados, dimensiones que actualmente forman parte de los marcos emergentes de alfabetización en IA (Lintner, 2024; Casal-Otero et al., 2023).

La escuela necesita responder a esta realidad sin abandonar conocimientos fundamentales, pues desarrollar competencias no significa prescindir del saber disciplinar sino aprender a utilizarlo para interpretar situaciones, formular preguntas y construir soluciones, de esta manera, memoria y conocimiento continúan siendo esenciales aunque se integren con capacidades para investigar, contrastar información y trabajar junto con tecnologías que amplían algunas posibilidades cognitivas.

Figura 4



El nuevo mapa del aprendizaje humano

El nuevo mapa del aprendizaje humano conduce finalmente hacia una educación donde aprender no significa competir con la inteligencia artificial, sino desarrollar aquello que permite utilizarla con autonomía, criterio y propósito, por esta razón, la transformación cognitiva que

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

propone la Neuropedagogía Digital coloca en el centro a una persona capaz de aprender permanentemente, comprender la tecnología que la rodea y decidir responsablemente cómo incorporarla a su vida.

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

Capítulo II

Inteligencia Artificial y Aprendizaje Inteligente

"La inteligencia artificial no sustituye al docente; amplifica las capacidades del cerebro para aprender."

La inteligencia artificial está transformando la relación entre estudiantes, docentes y conocimiento al incorporar sistemas capaces de analizar información, reconocer patrones y ofrecer respuestas ajustadas a determinadas necesidades educativas, esta capacidad abre posibilidades para construir experiencias más flexibles donde la tecnología acompaña el ritmo del estudiante y proporciona apoyos que antes resultaban difíciles de ofrecer de manera inmediata a grupos numerosos (Wang et al., 2024).

El concepto de aprendizaje inteligente adquiere sentido cuando estas capacidades tecnológicas se articulan con principios pedagógicos y conocimientos sobre el funcionamiento cognitivo, de esta manera, la IA puede contribuir a identificar dificultades, recomendar recursos, proporcionar retroalimentación y construir rutas diferenciadas sin desplazar la responsabilidad del estudiante sobre su aprendizaje ni el papel del docente como mediador de la experiencia educativa (Bayly-Castaneda et al., 2024).

La evidencia reciente muestra resultados favorables de los sistemas adaptativos basados en IA, aunque sus efectos dependen del diseño pedagógico, las características de los estudiantes y las condiciones en las que se implementan, por esta razón, hablar de educación inteligente

no significa automatizar la enseñanza sino utilizar la capacidad tecnológica para ampliar las oportunidades de aprender y mantener las decisiones educativas fundamentales bajo orientación humana (Wang et al., 2024; Almasri, 2024).

2.1. Inteligencia Artificial Adaptativa

La Inteligencia Artificial Adaptativa representa una evolución de los entornos educativos digitales al incorporar mecanismos capaces de responder a información generada durante el propio proceso de aprendizaje, su funcionamiento permite analizar determinadas interacciones del estudiante y ajustar contenidos, actividades o apoyos de acuerdo con patrones identificados, haciendo posible una experiencia menos uniforme y más sensible a las diferencias individuales (Wang et al., 2024).

La adaptación puede producirse a partir de variables como respuestas, errores, progreso, secuencia de actividades o nivel de dominio demostrado, con estos datos el sistema puede recomendar nuevos ejercicios, modificar determinadas rutas o proporcionar apoyos adicionales sin asumir que todos los estudiantes necesitan recorrer exactamente el mismo camino para alcanzar un objetivo de aprendizaje (Du Plooy et al., 2024).

Desde una perspectiva neuropedagógica, esta capacidad resulta relevante porque reconoce la diversidad presente en los procesos de aprendizaje y permite ajustar algunas demandas a las características observadas durante la actividad, aun así, la personalización algorítmica no puede interpretar por sí sola toda la complejidad cognitiva, emocional y social de una persona, razón por la cual sus

recomendaciones necesitan integrarse con la valoración pedagógica del docente.

La IA adaptativa encuentra su mayor potencial cuando actúa como una tecnología de acompañamiento y no como un mecanismo autónomo de dirección educativa, bajo esta concepción el sistema aporta información y alternativas mientras el docente interpreta necesidades, establece objetivos y decide qué intervenciones resultan pertinentes, preservando una educación donde la capacidad tecnológica permanece subordinada al propósito formativo.

2.1.1. Sistemas inteligentes de aprendizaje personalizado

Los sistemas inteligentes de aprendizaje personalizado utilizan información sobre la actividad del estudiante para ofrecer contenidos y apoyos ajustados a determinadas necesidades, su arquitectura puede integrar aprendizaje automático, analítica educativa, sistemas de recomendación y modelos generativos que permiten construir experiencias diferentes dentro de un mismo marco formativo, una tendencia ampliamente identificada en la investigación reciente sobre IA y personalización (Bayly-Castaneda et al., 2024; Wang et al., 2024).

Un sistema de este tipo puede reconocer que un estudiante necesita reforzar un concepto mientras otro se encuentra preparado para avanzar hacia una actividad de mayor complejidad, esta diferenciación permite modificar la secuencia sin alterar necesariamente los objetivos curriculares y favorece una enseñanza donde el tiempo, los apoyos y los recursos pueden distribuirse con mayor flexibilidad.

La personalización también puede incorporar distintas formas de representación, retroalimentación y evaluación, lo que permite construir experiencias capaces de responder mejor a la diversidad existente en el aula y ofrecer oportunidades adicionales de participación, aunque estas decisiones necesitan sustentarse en criterios pedagógicos para evitar que la adaptación se limite a ofrecer más ejercicios o contenidos similares.

La finalidad no consiste en construir una educación diferente para cada estudiante hasta aislarlo del grupo, sino en ofrecer apoyos diferenciados dentro de una experiencia educativa compartida, por ello, la personalización inteligente debe mantener espacios de interacción, colaboración y construcción colectiva que reconozcan el carácter social del aprendizaje.

2.1.2. Algoritmos adaptativos y rutas individuales

Los algoritmos adaptativos permiten modificar determinados componentes de una experiencia educativa a partir de información recopilada durante la interacción, mediante el análisis de respuestas y patrones de progreso pueden estimar necesidades y seleccionar recursos que consideran adecuados para continuar el aprendizaje, convirtiendo una secuencia previamente fija en una ruta capaz de experimentar ajustes durante su desarrollo.

Las rutas individuales de aprendizaje representan una de las aplicaciones más relevantes de este enfoque porque permiten que diferentes estudiantes avancen hacia objetivos comunes mediante recorridos parcialmente distintos, las revisiones recientes muestran que la construcción de trayectorias personalizadas constituye una línea creciente

dentro de la IA educativa y que las tecnologías adaptativas ocupan un lugar destacado entre las soluciones utilizadas para este propósito (Bayly-Castaneda et al., 2024).

Esta capacidad puede contribuir a evitar dos dificultades frecuentes en la enseñanza uniforme, por una parte que un estudiante avance sin haber consolidado conocimientos necesarios y por otra que permanezca realizando actividades que ya domina, de modo que la adaptación busca encontrar un nivel de desafío capaz de mantener la progresión sin convertir el aprendizaje en una experiencia innecesariamente repetitiva.

La ruta algorítmica tampoco debería convertirse en un itinerario cerrado que determine anticipadamente las posibilidades del estudiante, debido a que los datos representan únicamente una parte de su realidad y pueden contener errores o sesgos, por esta razón, toda recomendación necesita conservar posibilidades de revisión y permitir que docentes y estudiantes mantengan capacidad de decisión sobre el recorrido educativo.

2.1.3. Tutoría inteligente basada en IA

Los sistemas de tutoría inteligente buscan ofrecer acompañamiento individual mediante tecnologías capaces de interpretar determinadas respuestas y proporcionar orientación durante la resolución de una actividad, su propósito se aproxima a algunas funciones de la tutoría educativa al ofrecer explicaciones, pistas, preguntas o retroalimentación según las dificultades detectadas, aunque sin reproducir toda la riqueza de la interacción entre docente y estudiante (Mustafa et al., 2024).

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

La incorporación de IA generativa amplía estas posibilidades porque permite mantener interacciones mediante lenguaje natural y producir explicaciones ajustadas a las preguntas formuladas, esta flexibilidad puede favorecer la exploración y ofrecer apoyo fuera del horario habitual de clase, aunque requiere que el estudiante aprenda a valorar críticamente las respuestas obtenidas y reconozca que un sistema puede producir información incorrecta o insuficientemente fundamentada.

Figura 5



IA adaptativa para aprender

Desde la Neuropedagogía Digital, un tutor inteligente debería estimular procesos cognitivos antes que proporcionar soluciones inmediatas, por ello, resulta pedagógicamente más valioso cuando formula preguntas, ofrece pistas graduales, solicita explicaciones y promueve la recuperación del conocimiento, evitando que la rapidez de la respuesta tecnológica reduzca el esfuerzo intelectual necesario para comprender.

El docente continúa siendo esencial porque conoce el contexto, interpreta aspectos que los datos no muestran y puede comprender dimensiones emocionales o sociales que condicionan el aprendizaje, de esta forma, la tutoría basada en IA encuentra su sentido cuando amplía las posibilidades de acompañamiento y libera espacios para que la intervención humana pueda concentrarse en aquellas necesidades que requieren criterio profesional.

2.2. Currículos dinámicos y educación personalizada

El currículo tradicional suele organizar previamente objetivos, contenidos, experiencias y formas de evaluación siguiendo una secuencia relativamente estable, los entornos digitales introducen la posibilidad de conservar esos referentes mientras determinados componentes se ajustan de acuerdo con evidencias obtenidas durante el aprendizaje, dando lugar a una concepción más dinámica que responde al progreso sin perder la dirección formativa.

Un currículo dinámico no significa modificar constantemente aquello que debe aprenderse ni entregar las decisiones curriculares a un algoritmo, su característica principal reside en permitir que recursos, apoyos, actividades y niveles de profundización puedan reorganizarse cuando la evidencia indica que existen necesidades diferentes, manteniendo objetivos claros y una estructura pedagógica coherente.

La inteligencia artificial puede contribuir a esta flexibilidad mediante análisis de datos, generación de recursos y recomendaciones sobre posibles trayectorias,

aunque la investigación actual señala que el diseño de experiencias educativas con IA necesita considerar tanto las posibilidades tecnológicas como las expectativas de los aprendices y la calidad de la interacción humano-IA (Kim et al., 2025).

La Neuropedagogía Digital concibe entonces el currículo como una estructura estable en sus propósitos y flexible en sus recorridos, una idea que permite mantener aquello que una comunidad educativa considera necesario aprender mientras se diversifican las oportunidades mediante las cuales cada estudiante puede aproximarse al conocimiento.

2.2.1. Diseño curricular evolutivo

El diseño curricular evolutivo parte de reconocer que una planificación educativa puede ajustarse cuando aparecen nuevas evidencias sobre el aprendizaje, en lugar de entender el currículo como una secuencia inalterable durante todo el proceso se propone una estructura capaz de revisar recursos, actividades y niveles de apoyo según las respuestas observadas, manteniendo como referencia las competencias y objetivos previamente establecidos.

La información obtenida durante las actividades permite reconocer contenidos que necesitan mayor profundización o estrategias que no están produciendo los resultados esperados, estos hallazgos pueden orientar ajustes progresivos y convertir la evaluación en una fuente de información para mejorar la enseñanza mientras el aprendizaje todavía está ocurriendo.

La IA puede ampliar esta capacidad mediante el análisis de grandes volúmenes de información y la

identificación de patrones difíciles de observar individualmente, aun así, los datos no determinan por sí mismos qué debe enseñarse ni qué experiencias poseen mayor valor educativo, pues estas decisiones requieren criterios pedagógicos, culturales y éticos que corresponden a profesionales y comunidades educativas.

Un currículo evolutivo combina así estabilidad y transformación, conserva una dirección formativa clara mientras permite modificar las vías utilizadas para alcanzarla, esta flexibilidad resulta especialmente valiosa en aulas diversas donde una única secuencia puede no responder con la misma eficacia a todos los estudiantes.

2.2.2. Aprendizaje adaptativo basado en datos

El aprendizaje adaptativo basado en datos utiliza información generada durante la actividad educativa para orientar determinados ajustes en contenidos, secuencias y apoyos, cada interacción puede proporcionar evidencias sobre progreso o dificultades que posteriormente son interpretadas por sistemas analíticos con el propósito de ofrecer una respuesta más cercana a las necesidades observadas (Demmans Epp et al., 2023).

Los datos pueden proceder de evaluaciones, actividades realizadas, errores recurrentes o trayectorias dentro de una plataforma, cuando se interpretan adecuadamente permiten construir una imagen más continua del proceso y superar parcialmente una evaluación limitada a momentos aislados, lo que abre posibilidades para intervenir antes de que determinadas dificultades se consoliden.

La combinación entre IA, aprendizaje personalizado y evaluación adaptativa presenta resultados prometedores relacionados con desempeño, participación y motivación, aunque también plantea problemas vinculados con sesgos, privacidad y uso responsable de la información, elementos que deben formar parte del diseño desde el inicio y no aparecer únicamente como consideraciones posteriores (Halkiopoulou & Gkintoni, 2024).

La educación basada en datos necesita mantener una distinción fundamental entre información y decisión, debido a que un indicador puede mostrar una tendencia sin explicar completamente sus causas, por ello, la interpretación pedagógica sigue siendo necesaria para comprender al estudiante más allá de aquello que una plataforma puede registrar.

2.2.3. Personalización del proceso educativo

Personalizar la educación significa reconocer que los estudiantes pueden necesitar tiempos, apoyos y recorridos diferentes para avanzar hacia determinados aprendizajes, la IA amplía esta posibilidad al permitir analizar información de manera continua y generar recomendaciones con una rapidez difícil de alcanzar mediante sistemas convencionales, mientras que la evidencia reciente muestra un crecimiento sostenido de estas aplicaciones en distintos contextos educativos (Bayly-Castaneda et al., 2024).

La personalización puede expresarse en la selección de recursos, dificultad de las actividades, retroalimentación, secuencias o formas de apoyo, esta flexibilidad permite responder mejor a la heterogeneidad del aula siempre que los ajustes no reduzcan las expectativas de aprendizaje ni

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

conviertan los resultados previos del estudiante en límites permanentes para su desarrollo.

Una personalización verdaderamente educativa también necesita reconocer intereses, experiencias y decisiones del aprendiz, aspectos que no pueden reducirse completamente a perfiles construidos mediante datos, por ello, los sistemas inteligentes deberían ofrecer posibilidades y recomendaciones sin eliminar la capacidad humana para explorar rutas diferentes o asumir desafíos que el algoritmo no había previsto.

Figura 6



Currículos dinámicos y educación personalizada

La Neuropedagogía Digital sitúa finalmente la personalización en una relación de complementariedad entre cerebro, pedagogía y tecnología, donde la IA contribuye a reconocer patrones y ampliar opciones mientras el docente aporta interpretación y sentido, de esta manera, la educación inteligente no busca que cada algoritmo conozca mejor al estudiante sino que cada estudiante disponga de mejores

condiciones para conocerse, regularse y aprender con autonomía.

2.3. Analítica cognitiva en tiempo real

La analítica cognitiva en tiempo real amplía las posibilidades de comprender lo que ocurre durante el aprendizaje mediante el análisis continuo de datos generados por la interacción del estudiante con plataformas y recursos digitales, estos datos pueden aportar indicios sobre progreso, participación, patrones de respuesta y dificultades emergentes, lo que permite pasar de una evaluación centrada únicamente en resultados finales hacia una observación más continua del proceso educativo (Alfredo et al., 2024).

Su valor pedagógico aparece cuando la información obtenida permite intervenir mientras el aprendizaje todavía está ocurriendo, por ejemplo, una secuencia reiterada de errores o una disminución en la participación puede orientar la revisión de una actividad antes de finalizar el proceso, aunque estos indicadores deben interpretarse con cautela porque una conducta registrada digitalmente no explica por sí sola el estado cognitivo o emocional del estudiante.

La incorporación de inteligencia artificial fortalece esta capacidad al identificar patrones difíciles de reconocer mediante observación convencional y generar alertas o recomendaciones para estudiantes y docentes, sin embargo, el objetivo no debería ser vigilar cada comportamiento sino disponer de información pertinente para mejorar las decisiones pedagógicas y ofrecer apoyos cuando realmente resulten necesarios (Ouyang et al., 2022).

Desde la Neuropedagogía Digital, la analítica cognitiva se concibe como una herramienta de

acompañamiento que integra datos, interpretación pedagógica y conocimiento sobre los procesos de aprendizaje, bajo este enfoque los indicadores tecnológicos adquieren valor cuando ayudan a comprender mejor una situación educativa sin reducir a la persona a métricas, porcentajes o predicciones algorítmicas.

2.3.1. Learning Analytics y NeuroAnalytics

El Learning Analytics comprende la recopilación y análisis de datos relacionados con los estudiantes y sus contextos con el propósito de comprender y mejorar el aprendizaje, su desarrollo ha permitido estudiar patrones de interacción, participación, desempeño y trayectoria dentro de los ambientes digitales, convirtiendo los datos educativos en una fuente complementaria para orientar decisiones pedagógicas (Alfredo et al., 2024).

El concepto de NeuroAnalytics añade una dimensión vinculada con indicadores cognitivos y neurofisiológicos que pueden aportar información sobre determinados estados asociados con la experiencia de aprendizaje, mediante tecnologías como seguimiento ocular, electroencefalografía o sensores fisiológicos es posible investigar aspectos relacionados con atención, carga mental o interacción con recursos educativos, aunque la interpretación de estas señales requiere especial prudencia y no permite conocer directamente lo que una persona piensa.

La convergencia entre ambas perspectivas abre posibilidades para construir una comprensión más amplia del aprendizaje al relacionar desempeño observable con información procedente de diferentes fuentes, esta integración puede resultar especialmente útil para la

investigación educativa y el diseño de experiencias adaptativas, siempre que los datos sean interpretados dentro del contexto donde fueron generados y no como representaciones absolutas del estudiante.

El uso de información cognitiva o fisiológica plantea además exigencias éticas superiores a las de la analítica convencional, debido a que privacidad, consentimiento, transparencia y control sobre los datos adquieren especial sensibilidad cuando la tecnología registra aspectos relacionados con la actividad humana, por ello, una NeuroAnalytics educativa responsable debe mantener límites claros y garantizar que el beneficio pedagógico justifique la información recopilada (Alfredo et al., 2024).

2.3.2. Predicción del rendimiento académico

La predicción del rendimiento académico utiliza datos históricos y actuales para estimar determinadas tendencias relacionadas con el progreso del estudiante, mediante técnicas de aprendizaje automático pueden identificarse patrones entre variables como desempeño previo, participación, realización de actividades o comportamiento dentro de plataformas digitales, ofreciendo información que puede contribuir a reconocer tempranamente situaciones que requieren atención (Namoun & Alshantqi, 2021; Mustafa et al., 2024).

Su mayor valor educativo no reside en anticipar una calificación final sino en favorecer una intervención oportuna, cuando un sistema detecta señales compatibles con dificultades puede orientar al docente hacia estudiantes que necesitan acompañamiento adicional y permitir la implementación de apoyos antes de que los problemas se

acumulen, transformando la predicción en una herramienta preventiva y no únicamente descriptiva.

Las predicciones algorítmicas tampoco deben convertirse en etiquetas permanentes, debido a que el rendimiento está condicionado por numerosos factores que pueden cambiar durante el proceso y que no siempre aparecen reflejados en los datos disponibles, por esta razón, una probabilidad de bajo desempeño debería interpretarse como una señal para investigar y acompañar, nunca como evidencia de una capacidad limitada o de un resultado inevitable.

La Neuropedagogía Digital propone una predicción orientada a la oportunidad, donde el análisis anticipatorio se utilice para ampliar apoyos y no para restringir posibilidades, de esta manera, la inteligencia artificial puede contribuir a identificar necesidades mientras la interpretación humana conserva la responsabilidad de valorar el contexto y decidir qué respuesta educativa resulta más adecuada.

2.3.3. Evaluación inteligente del aprendizaje

La evaluación inteligente incorpora tecnologías capaces de recopilar y analizar evidencias durante diferentes momentos del aprendizaje, su finalidad consiste en proporcionar información más continua sobre el progreso y facilitar una retroalimentación ajustada a las necesidades observadas, superando parcialmente modelos donde el estudiante conoce sus dificultades únicamente después de finalizar una unidad o presentar una prueba (Halkiopoulos & Gkintoni, 2024).

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

Los sistemas basados en IA pueden apoyar la generación de actividades, clasificación de respuestas, identificación de patrones de error y adaptación del nivel de dificultad, estas posibilidades permiten construir evaluaciones más flexibles donde las tareas cambian de acuerdo con determinadas respuestas, aunque su implementación requiere criterios claros de validez para asegurar que aquello que el sistema mide corresponda realmente con los aprendizajes previstos.

Una evaluación inteligente debería favorecer también procesos metacognitivos al permitir que el estudiante comprenda sus avances y reconozca qué aspectos necesita mejorar, de esta forma, la retroalimentación deja de funcionar únicamente como información sobre una calificación y se convierte en una oportunidad para revisar estrategias, corregir errores y asumir mayor responsabilidad sobre el propio aprendizaje.

Figura 7



Analítica cognitiva en tiempo real

La automatización encuentra sus límites cuando las tareas requieren interpretar creatividad, argumentación, contexto o producciones complejas, por ello, la IA puede complementar la evaluación sin eliminar el juicio profesional docente, manteniendo una relación donde la tecnología procesa evidencias y detecta patrones mientras la persona interpreta el significado educativo de los resultados.

2.4. Aprendizaje inmersivo y tecnologías emergentes

El aprendizaje inmersivo propone experiencias donde el estudiante interactúa activamente con representaciones digitales capaces de ampliar las posibilidades del aula, tecnologías como realidad virtual, realidad aumentada, inteligencia artificial generativa y entornos gamificados permiten explorar escenarios, manipular objetos o resolver problemas dentro de situaciones difíciles de reproducir mediante recursos convencionales (Hamilton et al., 2021; Mystakidis et al., 2022).

La inmersión adquiere valor educativo cuando favorece una participación cognitiva vinculada con objetivos concretos, por esta razón, utilizar un entorno tridimensional o una simulación sofisticada no garantiza por sí mismo un aprendizaje superior, la efectividad depende de cómo se articulan la tecnología, la actividad, los conocimientos previos y la orientación proporcionada durante la experiencia.

Estas tecnologías ofrecen oportunidades para representar fenómenos abstractos, simular situaciones de riesgo y proporcionar experiencias prácticas sin depender

exclusivamente de espacios físicos, también pueden facilitar nuevas formas de colaboración y experimentación donde el estudiante participa como actor de la experiencia y no únicamente como receptor de contenidos.

La Neuropedagogía Digital incorpora el aprendizaje inmersivo desde un principio sencillo: la tecnología debe aumentar la profundidad de la experiencia y no solamente su espectacularidad, por ello, cada recurso emergente necesita seleccionarse según aquello que permite comprender, experimentar o construir y no por el grado de novedad que representa.

2.4.1. Realidad Virtual y Realidad Aumentada

La Realidad Virtual (RV) permite ingresar en escenarios digitales simulados mientras la Realidad Aumentada (RA) incorpora información digital sobre el entorno físico, ambas tecnologías modifican la forma de interactuar con contenidos educativos y pueden ofrecer representaciones espaciales que facilitan la exploración de objetos, procesos y situaciones que resultarían difíciles de observar directamente (Mystakidis et al., 2022).

En educación, estas posibilidades permiten recorrer reconstrucciones históricas, manipular estructuras tridimensionales, explorar el cuerpo humano o desarrollar simulaciones científicas y profesionales, la evidencia disponible muestra resultados prometedores en aprendizaje y participación cuando la experiencia inmersiva mantiene una relación clara con los objetivos pedagógicos y proporciona orientación suficiente al estudiante (Hamilton et al., 2021).

La inmersión también puede generar demandas cognitivas adicionales cuando el entorno presenta demasiados estímulos o requiere aprender simultáneamente a utilizar la tecnología y comprender el contenido, de ahí la importancia de diseñar interfaces claras, reducir elementos innecesarios y proporcionar tiempos de familiarización antes de desarrollar actividades cognitivamente complejas.

Desde una perspectiva neuropedagógica, la RV y la RA alcanzan mayor valor cuando permiten aprender mediante la experiencia, conectando percepción, acción y reflexión alrededor de situaciones significativas, de esta manera, la inmersión deja de ser un efecto tecnológico y se convierte en una mediación para explorar, experimentar y construir conocimiento.

2.4.2. Inteligencia Artificial Generativa en educación

La Inteligencia Artificial Generativa introduce una forma de interacción digital capaz de producir textos, imágenes, explicaciones, ejemplos y otros contenidos a partir de instrucciones formuladas por el usuario, su rápida incorporación a la educación está modificando actividades relacionadas con búsqueda de información, escritura, retroalimentación, planificación y resolución de problemas, lo que obliga a revisar tanto sus posibilidades pedagógicas como los riesgos derivados de un uso poco crítico (Kasneci et al., 2023; Lo, 2023).

En el aprendizaje, estas herramientas pueden funcionar como espacios de diálogo donde el estudiante solicita explicaciones alternativas, genera ejemplos o recibe apoyo durante una actividad, esta capacidad puede favorecer

la personalización cuando se utiliza para ampliar la comprensión y explorar perspectivas, aunque también puede disminuir el esfuerzo cognitivo si la interacción se limita a solicitar respuestas terminadas.

El reto educativo consiste en transformar la IA generativa en una herramienta para pensar y no en un sustituto del pensamiento, por ello, su utilización debería promover preguntas, contrastes, revisión de fuentes y valoración crítica de los resultados, especialmente porque estos sistemas pueden producir información plausible pero incorrecta o reproducir sesgos presentes en los datos con los que fueron desarrollados (Kasneci et al., 2023).

La Neuropedagogía Digital propone una interacción donde la IA amplifique las capacidades humanas sin desplazar la construcción personal del conocimiento, bajo este enfoque, generar una respuesta representa el inicio de una actividad cognitiva que requiere analizar, verificar, reformular y decidir, manteniendo al estudiante como autor intelectual del proceso.

2.4.3. Gamificación neuroadaptativa y experiencias inmersivas

La gamificación incorpora elementos propios del diseño de juegos dentro de experiencias que poseen una finalidad educativa, mediante desafíos, progresión, retroalimentación o metas visibles puede favorecer la participación y ofrecer una estructura que permita al estudiante reconocer sus avances, aunque su efectividad depende de la calidad del diseño y no simplemente de añadir puntos o recompensas a actividades convencionales (Sailer & Homner, 2020).

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

La gamificación neuroadaptativa puede entenderse como una evolución de esta lógica donde la dificultad, el ritmo o determinados estímulos se ajustan mediante información relacionada con el desempeño y la interacción del estudiante, su finalidad no consiste en manipular respuestas cerebrales sino en construir experiencias sensibles a señales que permitan regular el desafío y evitar recorridos excesivamente fáciles o innecesariamente complejos.

Cuando esta adaptación se combina con experiencias inmersivas pueden construirse escenarios donde el estudiante toma decisiones, recibe consecuencias y modifica estrategias dentro de una narrativa educativa, esta dinámica favorece una participación activa y permite integrar resolución de problemas, colaboración y experimentación en contextos donde el conocimiento adquiere una función concreta.

Figura 8



Aprendizaje inmersivo y tecnologías emergentes

*NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL
APRENDIZAJE HUMANO*

El desafío consiste en mantener el equilibrio entre motivación y profundidad cognitiva, debido a que una experiencia puede resultar entretenida sin generar necesariamente aprendizajes relevantes, por esta razón, la Neuropedagogía Digital sitúa el objetivo formativo por encima de la mecánica del juego y entiende la inmersión como una oportunidad para experimentar, decidir, reflexionar y aprender, no únicamente para mantener al estudiante conectado.

Capítulo III

La Escuela Inteligente del Futuro

"La educación dejará de ser un espacio físico para convertirse en un ecosistema inteligente capaz de desarrollar todo el potencial humano."

La escuela del futuro no puede comprenderse únicamente como una institución equipada con dispositivos digitales, plataformas o sistemas de inteligencia artificial, su transformación implica construir un ecosistema educativo donde conocimiento científico, pedagogía, tecnología y relaciones humanas converjan para ampliar las oportunidades de aprender, crear y participar, bajo esta perspectiva, la innovación adquiere sentido cuando responde a las características cognitivas, emocionales y sociales de quienes aprenden y mantiene el desarrollo humano como finalidad esencial de la educación.

Este cambio modifica también la relación tradicional entre espacio, tiempo y aprendizaje, debido a que las experiencias educativas pueden desarrollarse mediante escenarios presenciales, virtuales, híbridos e inmersivos conectados entre sí, por ello, la escuela inteligente no desaparece como espacio de encuentro sino que amplía sus fronteras y articula diferentes ambientes para favorecer aprendizaje personalizado, colaboración y construcción de conocimiento, una perspectiva coherente con las tendencias contemporáneas hacia sistemas adaptativos, inteligencia artificial y modalidades educativas más flexibles (Camacho Marín et al., 2026).

La Neuropedagogía Digital aporta a esta transformación una condición fundamental, la tecnología debe incorporarse desde el conocimiento de cómo aprenden las personas y no desde la simple disponibilidad de nuevas herramientas, esta articulación entre neurociencia, pedagogía e inteligencia artificial permite avanzar hacia experiencias sensibles a la diversidad neurocognitiva, capaces de integrar personalización, retroalimentación y acompañamiento sin reducir al estudiante a los datos generados por un sistema (Cueva Aguirre, 2026).

3.1. El docente en la era de la Neuropedagogía Digital

La expansión de la inteligencia artificial modifica determinadas funciones tradicionalmente asociadas con la docencia, debido a que acceder a información, generar explicaciones o producir actividades puede realizarse ahora mediante sistemas digitales en pocos segundos, esta realidad no disminuye la importancia del profesor sino que desplaza su valor hacia capacidades de mayor complejidad como interpretar necesidades, diseñar experiencias, acompañar procesos y construir ambientes donde los estudiantes puedan aprender con autonomía y sentido.

El docente de la escuela inteligente necesita comprender tanto las posibilidades de la tecnología como los principios cognitivos que orientan el aprendizaje, de esta manera puede seleccionar recursos considerando atención, memoria, emoción, motivación y funciones ejecutivas, evitando que la innovación tecnológica produzca experiencias saturadas de estímulos o cognitivamente poco significativas.

Esta transformación demanda además una mirada crítica sobre la inteligencia artificial, porque utilizar herramientas inteligentes no equivale automáticamente a innovar, el docente necesita valorar cuándo una tecnología amplía realmente las oportunidades educativas y cuándo puede generar dependencia, distracción o reducción del esfuerzo cognitivo, conservando siempre la capacidad profesional para decidir qué herramientas utilizar y con qué finalidad.

La Neuropedagogía Digital sitúa así al profesor como arquitecto de experiencias humanas de aprendizaje, un profesional capaz de conectar cerebro, pedagogía y tecnología para construir oportunidades educativas significativas, inclusivas y éticamente responsables, donde la inteligencia artificial acompaña determinadas tareas mientras la relación educativa continúa sustentándose en la interacción humana.

3.1.1. Del transmisor al diseñador de experiencias cognitivas

El modelo centrado principalmente en la transmisión de información pierde protagonismo cuando estudiantes y docentes disponen de acceso inmediato a grandes cantidades de contenidos, en este escenario, enseñar implica crear las condiciones necesarias para que el estudiante seleccione información, establezca conexiones, formule preguntas y utilice el conocimiento para resolver situaciones relevantes.

Diseñar una experiencia cognitiva supone anticipar qué procesos deberá movilizar el estudiante durante una actividad, por ello, el docente necesita considerar conocimientos previos, nivel de desafío, atención requerida,

carga cognitiva, oportunidades de recuperación y posibilidades de transferencia, transformando la planificación en una arquitectura deliberada del aprendizaje y no solamente en una organización secuencial de contenidos.

Las tecnologías digitales pueden enriquecer esta arquitectura mediante simulaciones, experiencias inmersivas, recursos adaptativos, inteligencia artificial y actividades colaborativas, aunque su utilización debe responder siempre a una intención pedagógica clara, debido a que la innovación educativa depende menos de la sofisticación de la herramienta que de aquello que el estudiante hace cognitivamente con ella.

El docente pasa entonces de preguntarse “¿qué contenido voy a explicar?” a plantearse “¿qué experiencia necesito diseñar para que mis estudiantes comprendan?”, este cambio representa uno de los fundamentos de la escuela inteligente porque desplaza el centro de la planificación desde la exposición docente hacia la actividad cognitiva del aprendiz.

3.1.2. Competencias docentes para la educación inteligente

La educación inteligente exige competencias que articulen conocimiento disciplinar, capacidad pedagógica, alfabetización digital y comprensión crítica de la inteligencia artificial, estas dimensiones permiten seleccionar tecnologías, interpretar información, diseñar experiencias y evaluar resultados sin perder de vista que las herramientas digitales son medios subordinados a objetivos educativos.

La competencia digital docente adquiere especial relevancia porque ya no consiste únicamente en utilizar aplicaciones o plataformas, también implica comprender cómo seleccionar recursos, producir contenidos, gestionar información, proteger datos y orientar a los estudiantes hacia una utilización segura y responsable de los entornos digitales, una exigencia respaldada por investigaciones recientes sobre las múltiples dimensiones de la competencia digital del profesorado (Claro et al., 2024).

A estas capacidades se incorpora progresivamente la alfabetización en inteligencia artificial, el docente necesita comprender de manera general cómo funcionan estos sistemas, reconocer sus posibilidades y limitaciones, diseñar actividades donde su utilización tenga sentido y evaluar críticamente los resultados generados, por ello, la formación profesional debe avanzar desde el simple manejo instrumental hacia una competencia que combine tecnología, pedagogía, pensamiento crítico y responsabilidad ética.

La formación continua se convierte así en una característica estructural de la profesión docente, debido a que las tecnologías evolucionan con mayor rapidez que los ciclos tradicionales de actualización profesional, esta situación demanda comunidades de aprendizaje, investigación sobre la propia práctica y colaboración entre docentes para transformar la innovación tecnológica en conocimiento pedagógico compartido (Aljemely, 2024).

3.1.3. Liderazgo pedagógico basado en neurociencia

El liderazgo pedagógico basado en neurociencia parte del conocimiento de que aprender constituye un proceso dinámico condicionado por factores cognitivos, emocionales y sociales, desde esta perspectiva, liderar una comunidad educativa implica crear condiciones institucionales que favorezcan atención, motivación, seguridad, participación y desarrollo progresivo de las capacidades humanas.

La neuroplasticidad aporta una idea especialmente relevante para este liderazgo, las capacidades pueden desarrollarse mediante experiencias adecuadas y oportunidades sostenidas de aprendizaje, por ello, una institución orientada por principios neuropedagógicos evita concepciones deterministas sobre el rendimiento y construye una cultura donde el error, la retroalimentación y la mejora progresiva forman parte natural del aprendizaje (González-Cabrera et al., 2024).

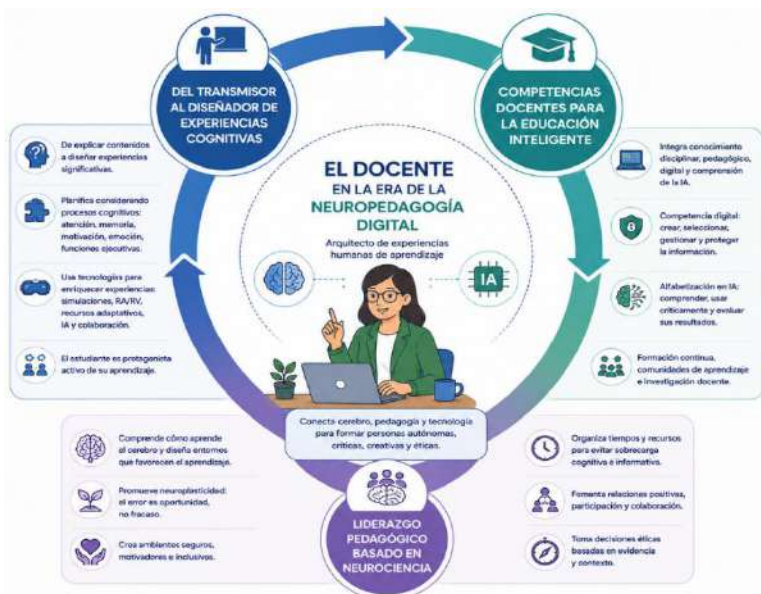
El liderazgo también necesita proteger el bienestar cognitivo de estudiantes y docentes frente a entornos caracterizados por hiperconectividad y abundancia informativa, organizar tiempos de trabajo, evitar sobrecarga innecesaria, favorecer relaciones positivas y construir ambientes emocionalmente seguros constituyen decisiones educativas vinculadas directamente con las condiciones que permiten aprender.

En consecuencia, el líder neuropedagógico no pretende administrar el cerebro de quienes aprenden sino comprender mejor las condiciones que favorecen su desarrollo, esta visión convierte la evidencia neurocientífica en una fuente

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

para orientar decisiones pedagógicas sin sustituir la experiencia profesional, la cultura institucional ni el conocimiento profundo de cada comunidad educativa.

Figura 9



El docente en la era de la Neuropedagogía Digital: ciclo de transformación docente

3.2. Competencias humanas para el siglo XXI

La transformación tecnológica está modificando las capacidades necesarias para participar activamente en la sociedad, debido a que numerosas tareas rutinarias pueden ser automatizadas mientras aumentan las demandas relacionadas con creatividad, interpretación, colaboración y resolución de situaciones complejas, este escenario obliga a

superar una educación concentrada exclusivamente en reproducir información y avanzar hacia experiencias donde el conocimiento pueda utilizarse con flexibilidad y propósito.

Las competencias del siglo XXI integran dimensiones cognitivas, sociales, emocionales y digitales que permiten desenvolverse dentro de escenarios caracterizados por incertidumbre y cambio permanente, pensamiento crítico, creatividad, comunicación, alfabetización digital y autonomía adquieren especial importancia porque ayudan a transformar información disponible en conocimiento útil y decisiones responsables.

Esta perspectiva no implica abandonar los conocimientos disciplinares, debido a que pensar críticamente o crear soluciones requiere disponer de saberes que puedan relacionarse, contrastarse y transferirse hacia situaciones nuevas, por ello, la escuela inteligente debe articular conocimientos y competencias evitando la falsa oposición entre aprender contenidos y aprender a utilizarlos.

La educación del futuro tendrá entonces una responsabilidad doble, preparar a las personas para interactuar competentemente con tecnologías cada vez más sofisticadas y fortalecer aquellas capacidades profundamente humanas que permiten atribuir significado, construir relaciones, actuar éticamente y participar responsablemente en la sociedad, una orientación presente en propuestas educativas contemporáneas que vinculan competencias digitales, pensamiento crítico, inclusión y sostenibilidad (Camacho Marín et al., 2026).

3.2.1. Creatividad e innovación

La creatividad permite generar ideas, establecer relaciones poco evidentes y construir alternativas frente a problemas que no poseen una única respuesta, desde una perspectiva neurocognitiva constituye un proceso complejo donde conocimientos, memoria, imaginación y control ejecutivo interactúan para explorar posibilidades y posteriormente seleccionar aquellas que poseen mayor pertinencia.

La escuela puede favorecer esta capacidad cuando permite formular preguntas, experimentar, equivocarse y construir diferentes soluciones, en contraste, ambientes excesivamente orientados hacia una única respuesta correcta pueden reducir las oportunidades de exploración y convertir el aprendizaje en reproducción de procedimientos previamente establecidos.

La inteligencia artificial introduce nuevas posibilidades al funcionar como herramienta para generar alternativas, representar ideas o explorar escenarios, aunque el valor creativo continúa dependiendo de la capacidad humana para formular propósitos, evaluar resultados y decidir qué propuestas poseen originalidad y sentido, por esta razón, la IA puede ampliar el espacio de creación sin convertirse automáticamente en autora del pensamiento del estudiante.

La innovación aparece cuando la creatividad logra transformar una idea en una respuesta capaz de aportar valor dentro de un contexto determinado, de este modo, educar para innovar significa conectar imaginación con conocimiento, experimentación y reflexión, preparando

estudiantes capaces de crear soluciones y no únicamente consumidores de aquellas desarrolladas por otros.

3.2.2. Pensamiento crítico y resolución de problemas

El pensamiento crítico permite analizar información, contrastar fuentes, identificar supuestos y elaborar conclusiones fundamentadas, esta capacidad adquiere una importancia creciente dentro de ecosistemas digitales donde información verdadera, incompleta, sesgada o generada artificialmente puede presentarse con niveles similares de apariencia y credibilidad.

La resolución de problemas complementa este proceso al exigir que el conocimiento sea utilizado para comprender una situación, formular alternativas y valorar consecuencias, por ello, las experiencias educativas deberían incorporar problemas abiertos y contextualizados que demanden investigación, argumentación y toma de decisiones en lugar de limitarse a ejercicios cuya solución se encuentra completamente determinada.

La presencia de inteligencia artificial hace todavía más necesaria esta competencia, porque obtener rápidamente una respuesta no significa comprender el problema que la originó ni garantizar la calidad de la solución propuesta, el estudiante necesita aprender a cuestionar resultados, verificar información y comparar alternativas antes de aceptar una respuesta generada por sistemas automatizados.

En la escuela inteligente, pensar críticamente significa conservar autonomía intelectual dentro de un mundo algorítmico, esta capacidad permite utilizar la

inteligencia artificial como apoyo sin delegar completamente el juicio y convierte al estudiante en participante consciente de su aprendizaje, algo especialmente relevante cuando las tecnologías comienzan a intervenir en decisiones y experiencias cotidianas.

3.2.3. Competencias digitales y ciudadanía global

Las competencias digitales comprenden conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para utilizar tecnologías de manera crítica, segura, creativa y responsable, su alcance supera ampliamente el manejo instrumental de dispositivos porque incorpora alfabetización informacional, comunicación, creación de contenidos, seguridad, resolución de problemas y capacidad para comprender las implicaciones de participar en entornos digitales (European Commission, 2022).

La inteligencia artificial amplía estas competencias al introducir la necesidad de comprender cómo interactuar con sistemas algorítmicos, evaluar sus respuestas y reconocer cuestiones relacionadas con sesgos, privacidad y autoría, por ello, alfabetizar digitalmente en la actualidad implica también formar criterios para decidir cuándo utilizar IA, cómo hacerlo responsablemente y cuándo una tarea requiere prioritariamente razonamiento humano.

La ciudadanía global complementa esta formación al reconocer que las tecnologías conectan personas, culturas y comunidades más allá de las fronteras geográficas, esta conectividad exige respeto por la diversidad, capacidad de diálogo y responsabilidad frente a problemas compartidos, transformando los espacios digitales en escenarios donde

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

también se construyen identidad, convivencia y participación social.

Figura 10



Competencias humanas para el siglo XXI

La escuela inteligente del futuro deberá formar personas capaces de desenvolverse simultáneamente como aprendices autónomos, ciudadanos digitales y ciudadanos globales, de esta manera, el propósito educativo no será preparar seres humanos para competir contra las máquinas sino desarrollar personas capaces de comprenderlas, utilizarlas y decidir responsablemente qué lugar deben ocupar en la construcción de una sociedad más humana.

3.3. Ética e inteligencia artificial educativa

La incorporación de la inteligencia artificial en la educación amplía las posibilidades de personalización, evaluación y acompañamiento del aprendizaje, al mismo

tiempo introduce interrogantes relacionados con privacidad, autonomía, transparencia y equidad, por esta razón, el debate educativo necesita superar la fascinación por las capacidades técnicas y analizar las consecuencias que puede generar su utilización sobre estudiantes, docentes e instituciones (UNESCO, 2023).

Los sistemas inteligentes pueden recomendar contenidos, analizar respuestas, identificar patrones y participar en determinados procesos de evaluación, pero estas funciones adquieren especial sensibilidad cuando influyen sobre las oportunidades educativas de una persona, de ahí que la supervisión humana, la transparencia y la posibilidad de revisar las decisiones automatizadas deban constituir principios permanentes de una educación mediada por IA (European Commission, 2022).

La responsabilidad ética comienza desde el diseño y continúa durante toda la utilización de la tecnología, lo que implica seleccionar datos pertinentes, establecer límites, evaluar posibles efectos y garantizar que estudiantes y docentes comprendan cómo intervienen los sistemas algorítmicos dentro del proceso educativo, especialmente cuando las tecnologías pueden influir sobre decisiones, comportamientos y formas de acceder al conocimiento (Castro González, 2026).

Desde la Neuropedagogía Digital, la ética constituye un eje transversal que orienta la relación entre cerebro, pedagogía y tecnología, bajo esta perspectiva, una innovación adquiere verdadero valor cuando amplía las oportunidades para aprender sin disminuir libertad, dignidad o capacidad de decisión, situando el desarrollo tecnológico al servicio de la persona y preservando el carácter

profundamente humano de la educación (Cueva Aguirre, 2026).

3.3.1. Privacidad y protección de los datos cognitivos

Los ambientes educativos digitales generan información relacionada con respuestas, errores, participación, rendimiento y formas de interacción, mientras algunas tecnologías emergentes pueden incorporar datos biométricos, fisiológicos o neurocognitivos, esta expansión modifica el alcance tradicional de la privacidad porque la información recopilada puede aproximarse progresivamente a dimensiones relacionadas con atención, comportamiento y determinados estados cognitivos.

Los datos cognitivos requieren una protección especialmente rigurosa debido a que pueden revelar características vinculadas con la actividad mental de una persona, por ello, consentimiento informado, seguridad, minimización de datos y claridad sobre la finalidad de su utilización deben formar parte del diseño de cualquier tecnología que pretenda incorporarlos dentro de procesos educativos, evitando que la personalización se transforme en una forma permanente de vigilancia (Yuste, 2023).

La discusión contemporánea sobre neuroderechos amplía este desafío al incorporar conceptos como privacidad mental, identidad personal y autonomía cognitiva, aspectos que adquieren relevancia ante tecnologías capaces de obtener o inferir información cada vez más sensible, lo que demanda establecer límites claros entre aquello que técnicamente puede recopilarse y aquello que éticamente resulta justificable utilizar dentro de la educación.

La Neuropedagogía Digital sostiene que ningún beneficio derivado de la personalización justifica una recopilación indiscriminada de información, por esta razón, los datos cognitivos deben utilizarse únicamente cuando exista una finalidad pedagógica legítima y bajo condiciones de consentimiento, transparencia y protección, preservando el derecho del estudiante a mantener control sobre su información y su propia esfera cognitiva (Castro González, 2026).

3.3.2. Sesgos algorítmicos y equidad educativa

Los sistemas de inteligencia artificial funcionan mediante modelos, datos y criterios construidos dentro de contextos determinados, por esta razón, sus resultados no pueden asumirse automáticamente como neutrales, debido a que datos incompletos, poco representativos o históricamente condicionados pueden reproducir desigualdades y generar recomendaciones que afecten de manera diferente a determinados estudiantes o grupos sociales (UNESCO, 2023).

El riesgo adquiere especial importancia cuando los algoritmos intervienen en evaluación, predicción del rendimiento o construcción de rutas personalizadas, pues una estimación puede convertirse progresivamente en una expectativa sobre aquello que el estudiante será capaz de alcanzar, de este modo, una tecnología diseñada para personalizar podría terminar limitando oportunidades si sus resultados son interpretados como diagnósticos definitivos.

La equidad algorítmica requiere revisar periódicamente los sistemas, analizar la representatividad de los datos e identificar posibles resultados

desproporcionados, además, las decisiones que poseen consecuencias educativas relevantes deben conservar mecanismos de explicación, revisión e intervención humana para impedir que la automatización transforme una probabilidad estadística en una decisión incuestionable (European Commission, 2022).

Desde la Neuropedagogía Digital, la inteligencia artificial debe utilizarse para ampliar posibilidades y no para clasificar de manera permanente las capacidades humanas, los algoritmos pueden contribuir a reconocer necesidades y orientar apoyos mientras el docente conserva la responsabilidad de interpretar cada situación, evitando que los antecedentes académicos del estudiante se conviertan en límites anticipados para aquello que todavía puede aprender y desarrollar (Cueva Aguirre, 2026).

3.3.3. Humanismo digital y responsabilidad ética

El humanismo digital sitúa a la persona como referencia fundamental para valorar cualquier proceso de transformación tecnológica, desde esta mirada, inteligencia artificial, analítica educativa y neurotecnologías adquieren sentido cuando contribuyen al aprendizaje, bienestar, inclusión y autonomía, evitando que la eficiencia o la automatización se conviertan en criterios superiores a las necesidades humanas.

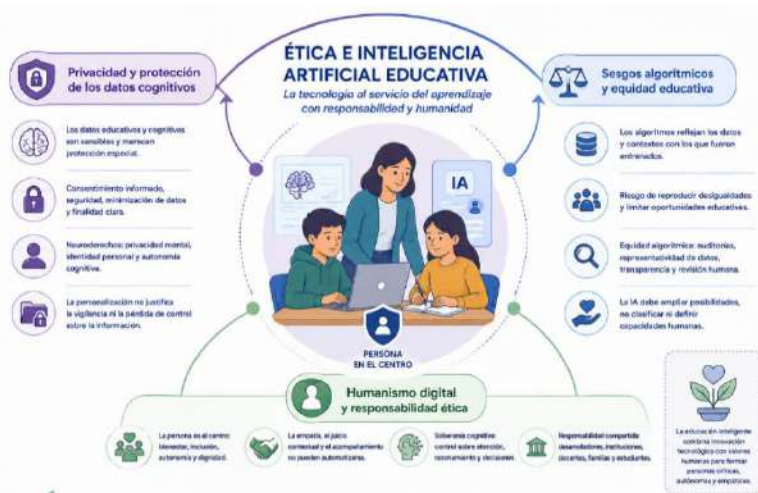
Existen dimensiones de la educación que requieren presencia, interpretación y responsabilidad humana, entre ellas la empatía, el juicio contextual, el acompañamiento emocional y la deliberación ética, por ello, incorporar sistemas inteligentes no significa trasladar todas las decisiones hacia los algoritmos sino determinar

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

cuidadosamente qué procesos pueden apoyarse tecnológicamente y cuáles necesitan permanecer bajo responsabilidad directa de las personas.

El humanismo digital implica también proteger la soberanía cognitiva para que cada estudiante mantenga capacidad de decisión sobre su atención, razonamiento y comportamiento frente a tecnologías diseñadas para recomendar contenidos o anticipar preferencias, aprender con inteligencia artificial debería fortalecer la autonomía intelectual y no generar dependencia de respuestas automatizadas, haciendo del pensamiento crítico una forma de protección frente a la delegación progresiva del juicio personal (Castro González, 2026).

Figura 11



Ética e inteligencia artificial educativa

La responsabilidad ética se convierte así en una tarea compartida entre desarrolladores, instituciones, docentes, familias y estudiantes, donde la innovación tecnológica

necesita avanzar junto con principios de dignidad, justicia, autonomía e inclusión, una educación verdaderamente inteligente será aquella capaz de aprovechar el poder de la tecnología sin perder aquello que le proporciona sentido: la formación integral del ser humano (Cueva Aguirre, 2026).

3.4. El futuro del aprendizaje humano

El futuro del aprendizaje no estará determinado únicamente por la aparición de tecnologías más avanzadas, dependerá principalmente de la manera en que las sociedades decidan incorporarlas a sus sistemas educativos, debido a que inteligencia artificial, neurociencia y ambientes digitales están ampliando las posibilidades para comprender cómo aprendemos y diseñar experiencias más sensibles a las diferencias individuales.

Esta transformación permite imaginar una educación menos uniforme donde los estudiantes dispongan de diferentes rutas, recursos y apoyos para alcanzar objetivos comunes, sin embargo, personalizar no debería significar encerrar a cada persona dentro de un perfil algorítmico sino ampliar las oportunidades para explorar, avanzar y construir progresivamente mayor autonomía sobre su propio aprendizaje.

El aprendizaje será además más híbrido, conectado y permanente, debido a que las fronteras entre aula, espacio digital y experiencia cotidiana continuarán modificándose, esta realidad demandará instituciones capaces de integrar distintos ambientes y actores mientras conservan relaciones humanas, colaboración, acompañamiento docente y construcción colectiva del conocimiento como componentes fundamentales del proceso educativo.

La Neuropedagogía Digital interpreta este horizonte desde una perspectiva centrada en la persona, donde el desafío principal no consiste en determinar hasta dónde puede llegar la inteligencia artificial sino comprender hasta dónde puede desarrollarse el potencial humano cuando neurociencia, pedagogía y tecnología trabajan de manera complementaria (Cueva Aguirre, 2026).

3.4.1. Ecosistemas educativos inteligentes

Los ecosistemas educativos inteligentes integran estudiantes, docentes, familias, instituciones, recursos, datos y tecnologías dentro de ambientes capaces de responder con mayor flexibilidad a las necesidades educativas, su inteligencia no depende únicamente de disponer de algoritmos sofisticados sino de la capacidad para utilizar información, aprender de la experiencia y transformar continuamente las condiciones en las que ocurre el aprendizaje.

Dentro de estos ecosistemas, la inteligencia artificial puede contribuir a personalizar recursos, proporcionar retroalimentación, identificar necesidades y apoyar determinadas decisiones, mientras las plataformas digitales permiten ampliar los espacios de interacción y acceso al conocimiento, estas posibilidades necesitan acompañarse de accesibilidad, protección de datos, formación docente y criterios pedagógicos capaces de proporcionar sentido a cada innovación.

El docente mantiene una posición fundamental porque conecta información, contexto y propósito educativo, mientras el estudiante adquiere mayor participación sobre las decisiones relacionadas con su aprendizaje, esta relación

permite evolucionar desde una escuela organizada principalmente alrededor de la transmisión hacia una comunidad donde personas y tecnologías interactúan para investigar, crear, resolver problemas y construir conocimiento.

Un ecosistema verdaderamente inteligente será aquel que también posea capacidad institucional para aprender, revisar prácticas y transformar decisiones sin perder su identidad educativa, por esta razón, la escuela del futuro necesita integrar inteligencia tecnológica, pedagógica, organizacional y humana dentro de una arquitectura que mantenga al aprendizaje como propósito central de toda innovación (Castro González, 2026; Cueva Aguirre, 2026).

3.4.2. Convergencia entre neurociencia, IA y pedagogía

La neurociencia contribuye a comprender procesos relacionados con atención, memoria, emoción, motivación y plasticidad, la inteligencia artificial aporta capacidades para analizar información y generar determinados apoyos adaptativos, mientras la pedagogía transforma estos conocimientos y herramientas en experiencias orientadas hacia objetivos formativos, esta complementariedad constituye uno de los fundamentos sobre los cuales se construye la Neuropedagogía Digital (Cueva Aguirre, 2026).

La convergencia entre estos campos permite imaginar ambientes más sensibles a la diversidad del aprendizaje, donde el conocimiento sobre los procesos cognitivos contribuya al diseño pedagógico y los sistemas inteligentes aporten información para reconocer patrones, proporcionar retroalimentación y ajustar determinados

apoyos, manteniendo siempre la interpretación docente como elemento fundamental para comprender aquello que los datos no pueden explicar completamente.

Esta relación necesita evitar dos reduccionismos, el primero consiste en pensar que conocer el funcionamiento cerebral permite establecer recetas universales para enseñar y el segundo supone creer que disponer de mayores cantidades de datos conduce automáticamente hacia mejores decisiones educativas, por ello, neurociencia e inteligencia artificial necesitan incorporarse mediante criterios pedagógicos, contextuales y éticos.

La Neuropedagogía Digital se configura precisamente dentro de este espacio de convergencia, no representa una suma mecánica de neurociencia, pedagogía y tecnología sino una arquitectura interdisciplinaria orientada hacia la comprensión y transformación del aprendizaje, donde la evidencia científica dialoga con la experiencia educativa para construir oportunidades más significativas, personalizadas, inclusivas y humanamente responsables (Castro González, 2026; Cueva Aguirre, 2026).

3.4.3. Hacia una educación centrada en el potencial humano

Una educación centrada en el potencial humano reconoce que ningún resultado académico representa completamente aquello que una persona puede llegar a desarrollar, el aprendizaje permanece abierto a nuevas experiencias, relaciones y desafíos durante toda la vida, por ello, enseñar implica también crear condiciones para descubrir capacidades, superar dificultades y construir progresivamente nuevas posibilidades de desarrollo.

NEUROPEDAGOGÍA DIGITAL: EL NUEVO MAPA DEL APRENDIZAJE HUMANO

La inteligencia artificial puede contribuir a este propósito cuando permite identificar necesidades, diversificar recursos y proporcionar nuevas oportunidades para aprender, pero su función debe ser ampliar capacidades y nunca definir las, debido a que una predicción algorítmica representa una estimación construida desde determinados datos y no una sentencia sobre aquello que una persona podrá alcanzar en el futuro.

Figura 12



El futuro del aprendizaje humano

Esta perspectiva recupera además el carácter social y contextual del aprendizaje, desarrollar el potencial humano no significa únicamente mejorar resultados individuales sino aprender a colaborar, comunicar, crear y resolver problemas vinculados con situaciones reales, de esta manera, la experiencia educativa conecta conocimientos con contexto y convierte al estudiante en participante activo de la

construcción colectiva del conocimiento (Camacho Marín & Camacho Marín, 2025).

El horizonte de la Neuropedagogía Digital puede resumirse finalmente en una educación donde la neurociencia ayude a comprender, la pedagogía enseñe a transformar y la inteligencia artificial contribuya a ampliar posibilidades, manteniendo siempre al ser humano como origen y destino del proceso educativo, porque el verdadero indicador de una escuela inteligente no será la cantidad de tecnología que posea sino su capacidad para ayudar a cada persona a descubrir, desarrollar y utilizar responsablemente su potencial (Camacho Marín & Camacho Marín, 2025; Castro González, 2026; Cueva Aguirre, 2026).

Referencias

Alfredo, R., Echeverria, V., Jin, Y., Yan, L., Swiecki, Z., Gašević, D., & Martinez-Maldonado, R. (2024). Human-centred learning analytics and AI in education: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100215. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100215>

Aljemely, A. S. (2024). Challenges and best practices in training teachers to utilize artificial intelligence: A systematic review. *Frontiers in Education*, 9, 1470853. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1470853>

Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54, 977–997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>

Atchley, P., Pannell, H., Wofford, K., Hopkins, M., & Atchley, R. A. (2024). Human and AI collaboration in the higher education environment: Opportunities and concerns. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 9, 20. <https://doi.org/10.1186/s41235-024-00547-9>

Bayly-Castaneda, K., Ramirez-Montoya, M. S., & Morita-Alexander, A. (2024). Crafting personalized learning paths with AI for lifelong learning: A systematic literature review. *Frontiers in Education*, 9, 1424386. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1424386>

Camacho Marín, R. J., Belduma Rentería, L. A., Erazo Buenaño, J. S., Almeida García, E. V., & Tipán Chiguano, I. M. (2026). El futuro de la educación: Tendencias y estrategias para un aprendizaje eficiente. *Revista Multidisciplinar Ciencia y Descubrimiento*, 4(3). <https://doi.org/10.63816/a7kfj877>

Camacho Marín, R. J., & Camacho Marín, R. A. (2025). *Teoría del aprendizaje colaborativo y contextualizado (TACC): Un enfoque innovador para el desarrollo de habilidades en contextos reales*. Editorial Ciencia y Descubrimiento. <https://doi.org/10.63816/5sa1zc51>

Camacho Marín, R. J., Colcha Pérez, J. R., & Cadena Heredia, V. F. (2026). Revolución neurocognitiva: Desbloqueando el poder oculto de la mente. *Revista Multidisciplinar Ciencia y Descubrimiento*, 4(3). <https://doi.org/10.63816/n3ks7p94>

Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10, 29. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>

Castro González, A. E. (2026). *Hackeando el cerebro: Inteligencia artificial y la nueva revolución del aprendizaje*. Editorial Ciencia y Descubrimiento. <https://doi.org/10.63816/wc7rry63>

Claro, M., Salinas, Á., Cabello-Hutt, T., San Martín, E., Preiss, D. D., Valenzuela, S., & Jara, I. (2024). A

systematic review of quantitative research on teachers' digital competence. *Computers & Education*, 211, 104982. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104982>

Costa, R. L. S. (2023). Neurociência e aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*, 28, e280010. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782023280010>

Cueva Aguirre, N. P. (2026). *Neurociencia, pedagogía e inteligencia artificial: Fundamentos científicos para el aprendizaje humano*. Editorial Ciencia y Descubrimiento. <https://doi.org/10.63816/abyexe75>

Demmans Epp, C., Daniel, B. K., & Muldner, K. (2023). Learning analytics for supporting individualization: Data-informed adaptation of learning. *Frontiers in Education*, 8, 1240377. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1240377>

Dias, N. M., Helsdingen, I. E., de Lins, E. K. R. M., Etcheverria, C. E., Dechen, V. A., Steffen, L., Cardoso, C. O., & Lopes, F. M. (2024). Executive functions beyond the “Holy Trinity”: A scoping review. *Neuropsychology*, 38(2), 107–125. <https://doi.org/10.1037/neu0000922>

Díaz, B., & Nussbaum, M. (2024). Artificial intelligence for teaching and learning in schools: The need for pedagogical intelligence. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105071>

Dörrenbächer-Ulrich, L., & Bregulla, M. (2024). The relationship between self-regulated learning and executive functions—A systematic review. *Educational Psychology*

Review, 36, 95. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09932-8>

Dörrenbächer-Ulrich, L., Dilhuit, S., & Perels, F. (2024). Investigating the relationship between self-regulated learning, metacognition, and executive functions by focusing on academic transition phases: A systematic review. *Current Psychology*, 43, 16045–16072. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-05551-8>

Du Plooy, E., Casteleijn, D., & Franzsen, D. (2024). Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement. *Heliyon*, 10(21), e39630. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630>

European Commission. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/153756>

European Commission. (2022). *The Digital Competence Framework for Citizens: DigComp 2.2*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/115376>

González-Cabrera, J., Tourón, J., & Machimbarrena, J. M. (2024). Neuroplasticity and educational innovation: Implications for teaching and learning. *Frontiers in Education*, 9, 1452183. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1452183>

Guerra, L. B. (2023). Neurociência e aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*, 28, e280010. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782023280010>

Halkiopoulou, C., & Gkintoni, E. (2024). Leveraging AI in e-learning: Personalized learning and adaptive assessment through cognitive neuropsychology—A systematic analysis. *Electronics*, 13(18), 3762. <https://doi.org/10.3390/electronics13183762>

Jin, Y., Yan, L., Echeverria, V., Gašević, D., & Martinez-Maldonado, R. (2024). AI in education, learner control, and human-AI collaboration. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 34(1), 122–135. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00356-z>

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>

Kim, J., Yu, S., & Li, N. (2025). Designing AI-powered learning: Adult learners' expectations for curriculum and human-AI interaction. *Educational Technology Research and Development*, 73, 3397–3421. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10549-z>

King, J., Marcus, T., & Markant, J. (2023). Individual differences in selective attention and engagement shape students' learning from visual cues and instructor presence during online lessons. *Scientific Reports*, 13, 5075. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32069-7>

Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). A systematic review of AI education in K–12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100211. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211>

Lintner, T. (2024). A systematic review of AI literacy scales. *npj Science of Learning*, 9, 50. <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00264-4>

Liu, X., & Zhong, B. (2024). A systematic review on how educators teach AI in K–12 education. *Educational Research Review*, 45, 100642. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100642>

Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>

Mustafa, M. Y., Tlili, A., Lampropoulos, G., Huang, R., Jandrić, P., Zhao, J., et al. (2024). A systematic review of literature reviews on artificial intelligence in education (AIED): A roadmap to a future research agenda. *Smart Learning Environments*, 11, 59. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00350-5>

Mystakidis, S., Christopoulos, A., & Pellas, N. (2022). A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 27, 1883–1927. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10682-1>

Naveh-Benjamin, M., & Cowan, N. (2023). The roles of attention, executive function and knowledge in cognitive ageing of working memory. *Nature Reviews Psychology*, 2, 151–165. <https://doi.org/10.1038/s44159-023-00149-0>

Ouyang, F., Zheng, L., & Jiao, P. (2022). Artificial intelligence in online higher education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020. *Education and Information Technologies*, 27, 7893–7925. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10925-9>

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

Sperling, K., Stenberg, C.-J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., & Stenliden, L. (2024). In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review. *Computers and Education Open*, 6, 100169. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100169>

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>

Voss, M. W., et al. (2024). Maintaining a dynamic brain: A review of empirical findings describing the roles of exercise, learning, and environmental enrichment in neuroplasticity from 2017–2023. *Brain Plasticity*. <https://doi.org/10.3233/BPL-230151>

Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>

Wang, X., Huang, R., Sommer, M., Pei, B., Shidfar, P., Rehman, M. S., Ritzhaupt, A. D., & Martin, F. (2024). The efficacy of artificial intelligence-enabled adaptive learning systems from 2010 to 2022 on learner outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 62(6). <https://doi.org/10.1177/07356331241240459>

Yuste, R. (2023). Advocating for neurodata privacy and neurotechnology regulation. *Nature Protocols*, 18, 2869–2875. <https://doi.org/10.1038/s41596-023-00873-0>

La educación siempre ha sido una expresión de esperanza. Cada generación deposita en ella la posibilidad de comprender mejor el mundo y, al mismo tiempo, de transformarlo. Sin embargo, pocas épocas han enfrentado cambios tan acelerados como la nuestra. La inteligencia artificial, los entornos digitales, la automatización y las nuevas formas de acceder al conocimiento están modificando no solo las herramientas con las que aprendemos, sino también nuestra relación con la información, la memoria, la atención y la construcción del conocimiento.

