Editorial

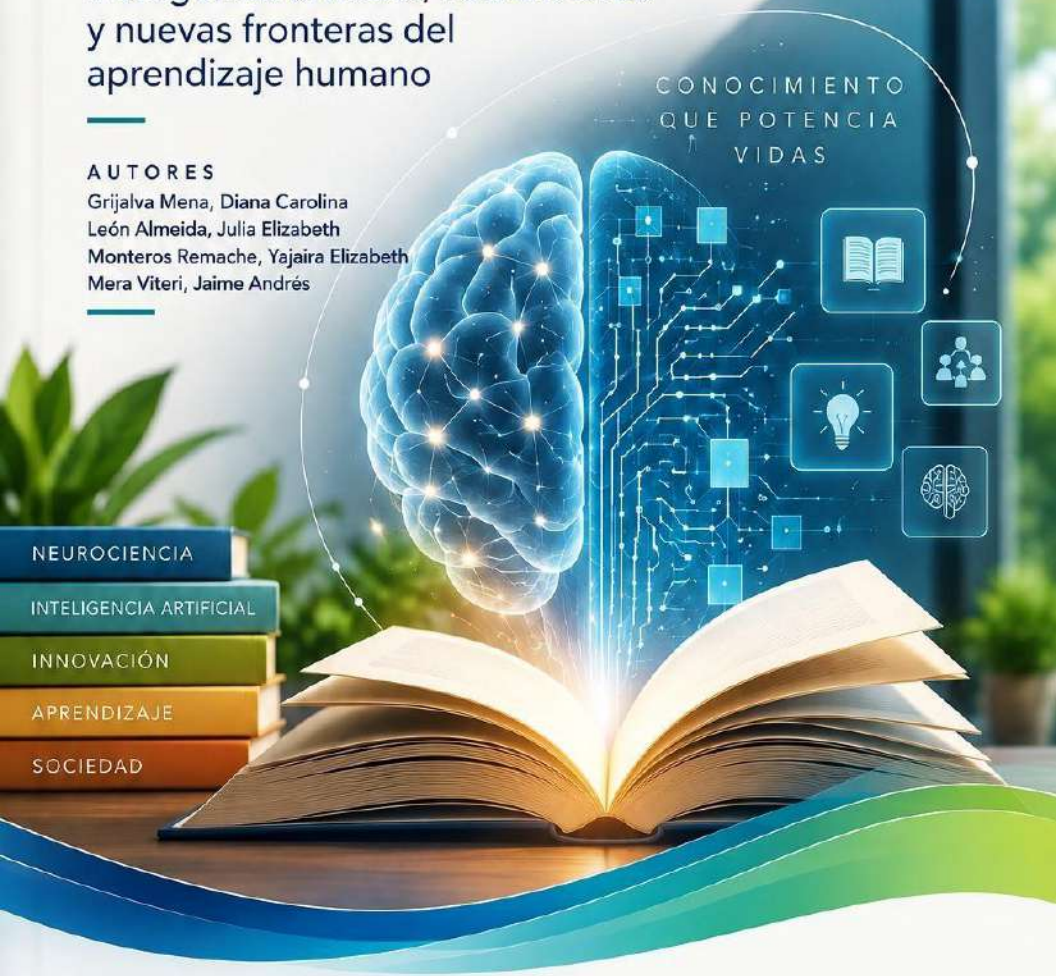
CIENCIA
DESCUBRIMIENTO

Educación aumentada

Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano

AUTORES

Grijalva Mena, Diana Carolina
León Almeida, Julia Elizabeth
Monteros Remache, Yajaira Elizabeth
Mera Viteri, Jaime Andrés



CIENCIA
PARA APRENDER

TECNOLOGÍA
PARA AMPLIAR
POSIBILIDADES

EDUCACIÓN
PARA TRANSFORMAR

SOCIEDAD
PARA UN FUTURO
MÁS HUMANO

Educación aumentada
Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano

Educación aumentada
Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano

Grijalva Mena, Diana Carolina[1]

León Almeida, Julia Elizabeth[2]

Monteros Remache, Yajaira Elizabeth[3]

Mera Viteri, Jaime Andrés[4]

1https://orcid.org/0009-0002-4892-0685 correo: grime.karito@gmail.com - Universidad de los Hemisferios

2https://orcid.org/0009-0009-5257-9871 correo: julyeli.14@hotmail.com - Universidad: Universidad Central

3https://orcid.org/0000-0001-5594-5923 correo: yajairamonteros93@gmail.com - Universidad Estatal de Milagro

4https://orcid.org/0009-0009-2147-2895 correo: jaime.mera@docentes.educacion.edu.ec - Ministerio de Educación

Educación aumentada Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano

Grijalva Mena, Diana Carolina
León Almeida, Julia Elizabeth
Monteros Remache, Yajaira Elizabeth
Mera Viteri, Jaime Andrés

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/hm0cw931

PUBLICACIÓN

Octubre 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

Educación aumentada
Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano

Educación aumentada
Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano

Contenido

PRÓLOGO 10

INTRODUCCIÓN 16

CAPÍTULO I 20

EDUCACIÓN AUMENTADA Y TRANSFORMACIÓN DEL APRENDIZAJE 20

1.1. De la educación digital a la educación aumentada 20

1.1.1. Evolución de los ecosistemas educativos digitales 23

1.1.2. El concepto de educación aumentada y sus fundamentos 25

1.1.3. Ampliación de las capacidades humanas para aprender 28

1.2. Inteligencia artificial y nueva arquitectura educativa. 30

1.2.1. Inteligencia artificial generativa en los procesos educativos 33

1.2.2. Sistemas adaptativos y personalización del aprendizaje 35

1.2.3. Del docente transmisor al docente aumentado.... 37

1.3. El estudiante aumentado 40

1.3.1. Autonomía y autorregulación en entornos inteligentes 42

1.3.2. Competencias cognitivas, digitales y metacognitivas 44

1.3.3. Pensamiento crítico frente a la inteligencia artificial 47

1.4. Nuevos ecosistemas para aprender 49

1.4.1. Aprendizaje híbrido, ubicuo e inmersivo 51

1.4.2. Realidad extendida y experiencias educativas inteligentes 53

1.4.3. Espacios físicos, virtuales y aumentados de aprendizaje 56

CAPÍTULO II..... 59

NEUROCIENCIA, COGNICIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL 59

2.1. El cerebro que aprende en la era de la inteligencia artificial 59

2.1.1. Neuroplasticidad y construcción del aprendizaje61

2.1.2. Atención, memoria y funciones ejecutivas 64

2.1.3. Procesamiento cognitivo en ambientes digitalizados 66

2.2. Neuroeducación para una educación aumentada 69

2.2.1. Principios neurocientíficos aplicados al aprendizaje 71

2.2.2. Emoción, motivación y curiosidad como motores cognitivos 73

2.2.3. Metacognición y autorregulación del aprendizaje 75

2.3. Inteligencia humana e inteligencia artificial 78

2.3.1. Cognición humana frente a cognición artificial . 80

2.3.2. Inteligencia híbrida y colaboración humano–IA 82

2.3.3. Delegación cognitiva y riesgo de dependencia tecnológica 84

2.4. Neurotecnologías y personalización del aprendizaje . 87

2.4.1. Analítica del aprendizaje y datos cognitivos..... 89

2.4.2. Interfaces cerebro–computadora y tecnologías neuroadaptativas..... 91

2.4.3. Neuroética, privacidad cognitiva y límites de la intervención tecnológica 93

CAPÍTULO III 98

Educación aumentada
Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano

NUEVAS FRONTERAS DEL APRENDIZAJE HUMANO 98

3.1. Pedagogías para la era de la inteligencia aumentada . 98

3.1.1. Aprendizaje aumentado y experiencias adaptativas 100

3.1.2. Aprendizaje basado en retos, problemas y creación 103

3.1.3. Diseño de experiencias educativas humano–IA105

3.2. Evaluación inteligente del aprendizaje 108

3.2.1. De la evaluación tradicional a la evaluación aumentada 110

3.2.2. Retroalimentación adaptativa mediante inteligencia artificial 112

3.2.3. Evidencias de aprendizaje, analítica y toma de decisiones 115

3.3. Ética y humanismo en la educación aumentada 117

3.3.1. Sesgos algorítmicos, privacidad y protección de datos 119

3.3.2. Autoría, integridad académica y producción intelectual con IA..... 121

3.3.3. Humanismo digital y centralidad de la persona 123

3.4. El futuro del aprendizaje humano..... 125

3.4.1. Competencias humanas en escenarios de automatización 127

3.4.2. Aprendizaje permanente y nuevas relaciones entre humanos y máquinas..... 129

3.4.3. Hacia un modelo de educación aumentada centrado en el ser humano 132

BIBLIOGRAFÍA 136

Educación aumentada
Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano

PRÓLOGO

La educación se encuentra ante una transformación que difícilmente puede explicarse únicamente como consecuencia de la incorporación de nuevas tecnologías, pues aquello que está cambiando no es solo la herramienta utilizada para enseñar, sino también la manera de acceder al conocimiento, construirlo, interpretarlo y convertirlo en aprendizaje, mientras la inteligencia artificial comienza a participar en actividades vinculadas con la creación, el razonamiento y la toma de decisiones, la neurociencia amplía nuestra comprensión sobre los procesos que intervienen cuando una persona aprende y las tecnologías emergentes abren escenarios que hace pocos años pertenecían exclusivamente al terreno de la imaginación.

En medio de esta transformación surge Educación aumentada: Inteligencia artificial, neurociencia y nuevas fronteras del aprendizaje humano, una obra concebida desde la necesidad de comprender la educación que comienza a configurarse cuando las capacidades humanas encuentran nuevas posibilidades de expansión mediante sistemas inteligentes, entornos adaptativos y experiencias tecnológicamente mediadas, por ello hablar de educación aumentada no significa defender una educación dominada por algoritmos ni imaginar aulas donde las máquinas sustituyan a las personas, sino reconocer la posibilidad de utilizar la tecnología para ampliar aquello que docentes y estudiantes pueden comprender, crear, experimentar y transformar.

Durante mucho tiempo la innovación educativa estuvo relacionada con la incorporación de computadoras,

plataformas virtuales, dispositivos móviles y recursos multimedia, sin embargo el escenario contemporáneo presenta una diferencia sustancial porque las tecnologías actuales ya no se limitan a almacenar o transmitir información, sino que pueden generar contenidos, interpretar datos, mantener conversaciones, producir retroalimentación y adaptarse parcialmente a las necesidades de quienes interactúan con ellas, esta realidad obliga a superar la idea de digitalizar la educación para comenzar a reflexionar sobre cómo construir experiencias donde la tecnología contribuya realmente al desarrollo de capacidades humanas.

La inteligencia artificial constituye uno de los grandes protagonistas de este nuevo escenario, aunque su verdadero valor educativo no debería medirse por la cantidad de actividades que puede automatizar sino por las oportunidades que ofrece para enriquecer los procesos de aprendizaje, pues una tecnología capaz de responder preguntas inmediatamente también puede disminuir la necesidad de formularlas, una herramienta capaz de producir textos puede facilitar la expresión pero igualmente puede reducir el esfuerzo necesario para desarrollar la escritura y un sistema capaz de resolver problemas puede convertirse en un poderoso acompañante cognitivo o en un sustituto silencioso del pensamiento dependiendo de la manera en que decidamos utilizarlo.

Esta tensión conduce hacia una pregunta fundamental que atraviesa toda la obra: ¿qué capacidades humanas debemos fortalecer precisamente porque las máquinas son cada vez más capaces?, responderla implica reconocer que el futuro educativo no dependerá

exclusivamente del dominio tecnológico sino también del pensamiento crítico, la creatividad, la curiosidad, la autonomía, la sensibilidad, la capacidad para colaborar y el juicio necesario para distinguir entre aquello que una inteligencia artificial puede producir y aquello que una persona necesita comprender para otorgarle significado.

La neurociencia ofrece una perspectiva indispensable dentro de esta reflexión porque recuerda que aprender continúa siendo una experiencia profundamente vinculada con la naturaleza humana, donde atención, memoria, emoción, motivación, neuroplasticidad, funciones ejecutivas y metacognición participan de manera interdependiente en la construcción del conocimiento, comprender estos procesos permite observar la tecnología desde una posición diferente y preguntarnos no solamente qué puede hacer una herramienta, sino qué sucede cognitivamente con el estudiante cuando la utiliza y cuáles condiciones deben preservarse para que esa interacción produzca aprendizaje verdadero.

Desde esta perspectiva aparece una de las ideas centrales que orientan este libro: aumentar la educación no significa disminuir el esfuerzo cognitivo, porque facilitar determinados procesos mediante inteligencia artificial debería permitir que las personas concentren mayores recursos en analizar, interpretar, crear, argumentar y resolver problemas complejos, mientras que delegar indiscriminadamente funciones intelectuales podría generar una dependencia tecnológica incompatible con la autonomía que precisamente debería promover cualquier proceso educativo.

También cambia profundamente la manera de comprender al estudiante, quien deja de ser únicamente receptor de información para convertirse en protagonista de una relación cada vez más compleja entre conocimiento, experiencia y tecnología, el estudiante aumentado no es aquel que utiliza permanentemente inteligencia artificial sino quien comprende cuándo utilizarla, cuándo cuestionarla, cómo verificar sus resultados y en qué situaciones debe prescindir de ella para movilizar sus propias capacidades, por ello la autonomía intelectual y la metacognición adquieren una importancia extraordinaria dentro de los nuevos escenarios educativos.

De manera paralela emerge la figura del docente aumentado, un profesional que no compite con la inteligencia artificial porque comprende que su función educativa trasciende aquello que puede automatizarse, su papel se fortalece como diseñador de experiencias, mediador del aprendizaje, investigador de su propia práctica y acompañante del desarrollo humano, utilizando sistemas inteligentes para ampliar sus posibilidades de planificación, personalización y retroalimentación mientras conserva bajo responsabilidad humana las decisiones pedagógicas, éticas y formativas que determinan el sentido de la educación.

Sin embargo ninguna transformación tecnológica puede analizarse únicamente desde sus posibilidades, pues cada avance incorpora interrogantes relacionados con privacidad, protección de datos, sesgos algorítmicos, autoría, integridad académica, dependencia tecnológica y autonomía cognitiva, mientras las neurotecnologías agregan desafíos todavía más sensibles vinculados con información que puede relacionarse directamente con procesos cerebrales

y cognitivos, razón por la cual la educación aumentada necesita desarrollarse desde un humanismo capaz de establecer límites claros sobre aquello que podemos hacer y aquello que responsablemente debemos hacer.

Este libro recorre precisamente esas fronteras mediante un diálogo entre educación, inteligencia artificial y neurociencia, comenzando por la transformación de los ecosistemas educativos y la aparición de nuevas formas de aprender, avanzando posteriormente hacia los procesos cognitivos que permiten comprender el aprendizaje humano y llegando finalmente a escenarios donde inteligencia humana y artificial deberán convivir dentro de modelos pedagógicos que todavía estamos comenzando a construir, todo ello desde una perspectiva que procura evitar tanto la fascinación tecnológica como el rechazo automático frente a aquello que inevitablemente está transformando nuestras sociedades.

Las páginas que siguen no pretenden ofrecer respuestas definitivas sobre un futuro que continúa construyéndose, sino proporcionar fundamentos para comprenderlo, preguntas para interrogarlo y perspectivas para participar conscientemente en su diseño, porque docentes, investigadores, estudiantes y gestores educativos tenemos ante nosotros la responsabilidad de decidir qué lugar ocupará la inteligencia artificial dentro de la educación y, sobre todo, qué lugar queremos reservar para aquello que ninguna innovación debería desplazar: la capacidad humana para pensar, sentir, crear, cuestionar, aprender y transformar.

Quizá esa sea finalmente la esencia de la educación aumentada, no construir una educación con más tecnología sino una educación con mayores posibilidades humanas,

donde la inteligencia artificial amplíe sin sustituir, la neurociencia permita comprender sin reducir y la innovación contribuya a transformar sin deshumanizar, porque las nuevas fronteras del aprendizaje no deberían conducirnos hacia una educación menos humana frente a máquinas cada vez más inteligentes, sino hacia una educación capaz de demostrar que el mayor avance tecnológico adquiere sentido solamente cuando contribuye al desarrollo integral de las personas.

PhD. José Reyes
PhD. Pedagogía Digital

INTRODUCCIÓN

La educación contemporánea se encuentra frente a una transformación que supera ampliamente la incorporación de dispositivos digitales, plataformas virtuales o recursos tecnológicos dentro del aula, pues la expansión de la inteligencia artificial, los avances de la neurociencia y el desarrollo de sistemas capaces de analizar información, generar contenidos y personalizar experiencias están modificando las relaciones tradicionales entre conocimiento, estudiante y docente, configurando un escenario en el cual aprender significa interactuar con ecosistemas cada vez más inteligentes sin perder la dimensión humana que constituye la esencia del acto educativo.

Durante las primeras etapas de la transformación digital educativa, la atención estuvo concentrada principalmente en trasladar contenidos y actividades desde ambientes presenciales hacia plataformas digitales, posteriormente surgieron modelos híbridos, recursos interactivos y sistemas de gestión del aprendizaje que ampliaron las posibilidades de acceso, mientras que actualmente la inteligencia artificial generativa, la analítica del aprendizaje, la realidad extendida y las tecnologías adaptativas permiten imaginar experiencias educativas capaces de responder con mayor precisión a las características, ritmos y necesidades de cada estudiante.

En este escenario emerge el concepto de educación aumentada, entendido en esta obra como una perspectiva pedagógica orientada a ampliar las capacidades humanas mediante una integración consciente entre pedagogía,

neurociencia, inteligencia artificial y tecnologías emergentes, sin considerar la tecnología como sustituto del pensamiento humano ni como finalidad educativa independiente, sino como una mediación que puede contribuir al desarrollo de la creatividad, la autonomía, la metacognición, el pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas complejos.

La incorporación de inteligencia artificial plantea oportunidades extraordinarias, pero también interrogantes que la educación debe abordar con responsabilidad, especialmente cuando los estudiantes pueden delegar procesos relacionados con búsqueda de información, producción escrita, resolución de problemas o generación de ideas a sistemas automatizados, situación que obliga a reconsiderar qué aprendizajes deben permanecer esencialmente humanos, cuáles pueden fortalecerse mediante la tecnología y cuáles requieren nuevas formas de interacción entre personas y sistemas inteligentes.

La neurociencia adquiere una relevancia particular dentro de esta discusión porque permite comprender que cualquier innovación educativa debe considerar las condiciones cognitivas, emocionales y sociales que intervienen en el aprendizaje, por esta razón conceptos como neuroplasticidad, atención, memoria, motivación, emoción, funciones ejecutivas y metacognición constituyen elementos fundamentales para analizar críticamente las posibilidades de una educación mediada por tecnologías capaces de adaptarse progresivamente a quienes aprenden.

La finalidad de este libro consiste en ofrecer una mirada integradora sobre estas transformaciones mediante tres grandes perspectivas, la primera examina el tránsito

desde la educación digital hacia la educación aumentada y las modificaciones que este proceso genera en estudiantes, docentes y ecosistemas educativos, la segunda estudia la convergencia entre neurociencia, cognición e inteligencia artificial, mientras que la tercera explora las nuevas fronteras pedagógicas, evaluativas, éticas y humanas que pueden definir el aprendizaje durante las próximas décadas.

CAPÍTULO I

EDUCACIÓN AUMENTADA Y TRANSFORMACIÓN DEL APRENDIZAJE

1.1. De la educación digital a la educación aumentada

La transición desde la educación digital hacia la educación aumentada representa un cambio de profundidad pedagógica y no solamente una actualización tecnológica, porque el centro del proceso deja de situarse en la disponibilidad de dispositivos y plataformas para concentrarse en la capacidad de articular datos, inteligencia artificial, mediación docente y participación del estudiante dentro de experiencias que amplían las posibilidades de comprender, crear y resolver problemas, perspectiva coherente con la necesidad de pasar de la simple digitalización hacia ecosistemas educativos efectivos, confiables y equitativos señalada por la OECD (2023).

La educación digital permitió extender el acceso a contenidos, comunicación y recursos interactivos, pero la educación aumentada incorpora una capa adicional de inteligencia que puede analizar interacciones, adaptar apoyos y generar respuestas contextualizadas, de modo que la tecnología deja de actuar únicamente como canal para convertirse en una mediación activa cuyo valor depende de la calidad del diseño pedagógico, razón por la cual UNESCO

(2023) insiste en que la inteligencia artificial generativa debe integrarse desde una visión centrada en la persona y subordinada a finalidades educativas explícitas.

El concepto de educación aumentada que se desarrolla en esta obra parte de una premisa humanista según la cual la innovación adquiere sentido cuando fortalece capacidades humanas en lugar de sustituirlas, por ello la automatización de tareas rutinarias debería liberar tiempo para el razonamiento, la creatividad, el diálogo y la retroalimentación significativa, enfoque que coincide con Camacho Marín, et al., (2026) al plantear que la tecnología educativa debe amplificar la autonomía, el pensamiento crítico y la autorregulación sin desplazar la dimensión humana del aprendizaje.

La transformación también exige reconocer que los sistemas educativos no avanzan de manera homogénea, porque las diferencias de conectividad, infraestructura, formación docente y capital cultural pueden convertir una innovación prometedora en un nuevo factor de desigualdad, de ahí que el Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo advierta que la tecnología debe valorarse desde criterios de pertinencia, equidad, escalabilidad y sostenibilidad, manteniendo los intereses de los estudiantes en el centro de las decisiones institucionales y evitando que la herramienta determine por sí misma el rumbo pedagógico (UNESCO, 2024).

La literatura reciente sobre inteligencia artificial educativa muestra que las oportunidades de personalización, tutoría y generación de recursos conviven con riesgos vinculados con sesgos, privacidad, calidad de las respuestas y dependencia cognitiva, por lo que el tránsito hacia modelos

aumentados requiere instituciones capaces de combinar innovación con gobernanza, evaluación y desarrollo profesional, una necesidad que Bond et al. (2024) identifican al reclamar mayor rigor, colaboración interdisciplinaria y atención ética en la investigación y aplicación de inteligencia artificial dentro de la educación superior.

En el contexto ecuatoriano, la transformación digital debe comprenderse como parte de un proceso más amplio de calidad educativa en el que tecnología, formación docente, inclusión y pertinencia curricular se relacionan de manera directa, pues Camacho Marín et al. (2023) señalan que las mejoras del sistema requieren integrar políticas, enfoques pedagógicos modernos y capacidades tecnológicas, mientras que Camacho Marín et al. (2024) muestran que el uso educativo de plataformas digitales puede contribuir al desarrollo de habilidades del siglo XXI cuando existe una implementación pedagógicamente orientada.

Desde esta perspectiva, la educación aumentada puede definirse como un ecosistema de aprendizaje en el que la inteligencia humana conserva la dirección y la responsabilidad mientras las tecnologías amplían el acceso, la representación, la personalización y la capacidad de producir conocimiento, definición que evita identificar innovación con automatización y propone evaluar cada herramienta según el valor que agrega al aprendizaje, criterio convergente con la obra de Camacho Marín, et al., (2026), centrada en tecnologías emergentes, aprendizaje adaptativo y competencias digitales.

1.1.1. Evolución de los ecosistemas educativos digitales

Los ecosistemas educativos digitales surgieron inicialmente como extensiones de la enseñanza presencial mediante laboratorios informáticos, software educativo y repositorios de contenidos, pero con la expansión de internet evolucionaron hacia entornos capaces de integrar comunicación, gestión académica, colaboración y acceso permanente a recursos, proceso que la OECD (2023) describe como una transición desde operaciones digitalizadas hacia ecosistemas donde infraestructura, gobernanza, datos, competencias humanas y servicios interoperables deben funcionar de manera articulada para producir una transformación educativa efectiva.

La generalización de plataformas de gestión del aprendizaje modificó la organización temporal y espacial de la educación al permitir que materiales, actividades y evidencias permanecieran disponibles fuera del aula, aunque la experiencia acumulada mostró que trasladar contenidos a un entorno virtual no garantiza innovación pedagógica, conclusión compatible con UNESCO (2024), que advierte que la tecnología puede contribuir al acceso y la calidad solamente cuando responde a necesidades educativas concretas y cuando existen condiciones sistémicas relacionadas con conectividad, regulación y preparación docente.

La siguiente etapa estuvo marcada por el crecimiento de dispositivos móviles, servicios en la nube, videoconferencia y herramientas colaborativas, tecnologías que favorecieron modalidades híbridas y ubicuas donde los

estudiantes pueden participar desde diferentes espacios y momentos, mientras Camacho Marín et al. (2024) destacan que las plataformas digitales adquieren mayor valor cuando promueven habilidades como colaboración, comunicación, pensamiento crítico y competencia digital en lugar de limitarse a reproducir esquemas expositivos dentro de una pantalla.

El surgimiento de la inteligencia artificial introduce una transformación adicional porque los entornos comienzan a incorporar funciones de recomendación, generación, clasificación y adaptación que anteriormente dependían exclusivamente de decisiones humanas, situación que Ouyang, et al., (2022) identifican en la educación superior en línea al mostrar la expansión de aplicaciones orientadas al aprendizaje, la enseñanza y la gestión, aunque también subrayan la necesidad de fortalecer investigaciones empíricas que examinen de manera rigurosa cómo estas tecnologías afectan los procesos educativos.

Los ecosistemas contemporáneos también se caracterizan por una creciente producción de datos derivados de interacciones, evaluaciones, navegación y participación, lo que abre posibilidades para identificar patrones y ofrecer apoyos oportunos, pero exige una gobernanza responsable que impida convertir al estudiante en un perfil algorítmico simplificado, preocupación abordada por Alfredo et al. (2024) al proponer una perspectiva de analítica del aprendizaje e inteligencia artificial centrada en el ser humano y atenta a la participación de los actores educativos.

En América Latina y particularmente en Ecuador, la evolución digital debe considerar desigualdades de acceso, disponibilidad de dispositivos, conectividad y formación

profesional, por lo que la modernización tecnológica necesita acompañarse de políticas de inclusión y desarrollo de competencias, planteamiento que Camacho Marín et al. (2026) integran al analizar el futuro de la educación desde una combinación de tecnologías emergentes, aprendizaje personalizado, alfabetización digital y preparación para los desafíos sociales y laborales contemporáneos.

La evolución de estos ecosistemas conduce finalmente hacia una arquitectura aumentada en la que plataformas, inteligencia artificial, recursos inmersivos, analítica y espacios presenciales pueden integrarse dentro de una misma experiencia, aunque el criterio decisivo seguirá siendo pedagógico y no tecnológico, pues el valor de un ecosistema dependerá de su capacidad para ofrecer continuidad, accesibilidad, interacción y oportunidades auténticas de aprendizaje, orientación consistente con el enfoque de neuropedagogía digital desarrollado por Camacho Marín et al. (2026).

1.1.2. El concepto de educación aumentada y sus fundamentos

La educación aumentada puede comprenderse como una perspectiva pedagógica que utiliza tecnologías inteligentes para extender determinadas capacidades de enseñanza y aprendizaje sin transferir a la máquina la finalidad, el juicio ni la responsabilidad educativa, por ello su fundamento principal se encuentra en la complementariedad entre capacidades humanas y computacionales, idea relacionada con la colaboración humano–IA estudiada por Atchley et al. (2024), quienes reconocen oportunidades relevantes en educación superior

junto con preocupaciones que obligan a mantener supervisión, transparencia y criterios humanos.

Este enfoque se diferencia de la simple incorporación tecnológica porque no pregunta primero qué herramienta está disponible sino qué capacidad humana se desea fortalecer, de manera que la selección de inteligencia artificial, analítica, realidad extendida o sistemas adaptativos debe surgir de objetivos pedagógicos previamente definidos, principio compatible con UNESCO (2023), cuya guía sobre inteligencia artificial generativa propone procesos de validación ética y diseño pedagógico que preserven una visión humanista y adecuada a la edad de los estudiantes.

Un segundo fundamento corresponde a la personalización, entendida no como aislamiento del estudiante sino como capacidad para ofrecer apoyos, rutas y recursos ajustados a necesidades diversas dentro de una comunidad de aprendizaje, pues Bayly-Castaneda, et al., (2024) muestran que la inteligencia artificial puede contribuir a construir trayectorias personalizadas para el aprendizaje permanente, aunque su aplicación exige diseños que mantengan propósito, seguimiento y participación activa de quien aprende.

La educación aumentada se sostiene además en la agencia del estudiante, debido a que una tecnología verdaderamente educativa debería ampliar las posibilidades de tomar decisiones, formular preguntas, producir conocimiento y evaluar el propio progreso, en lugar de convertir al usuario en receptor pasivo de recomendaciones automáticas, orientación que coincide con Camacho Marín et al. (2026) cuando proponen ecosistemas inteligentes capaces de potenciar autonomía, creatividad y pensamiento

crítico desde una relación equilibrada entre neurociencia, pedagogía e inteligencia artificial.

Otro fundamento corresponde a la inclusión, porque las tecnologías pueden ampliar formatos de representación, acceso y comunicación para estudiantes con necesidades diversas, aunque la posibilidad técnica no garantiza por sí misma una experiencia equitativa, razón por la cual UNESCO (2024) sostiene que toda decisión tecnológica debe examinarse desde su pertinencia, equidad y sostenibilidad, evitando soluciones que amplíen brechas o sustituyan interacciones humanas esenciales para el desarrollo educativo.

La dimensión ética constituye igualmente un componente estructural y no un complemento posterior, porque los sistemas inteligentes procesan información, producen recomendaciones y pueden influir en decisiones relevantes, de modo que privacidad, explicabilidad, sesgos, autoría y seguridad deben formar parte del diseño desde el inicio, cuestión ampliamente destacada por Bond et al. (2024) y por la OECD (2023), que vinculan la expansión de la inteligencia artificial con la necesidad de establecer salvaguardas institucionales y competencias para un uso responsable.

En síntesis, la educación aumentada articula intencionalidad pedagógica, agencia humana, personalización, inclusión, inteligencia tecnológica y ética dentro de una arquitectura orientada al desarrollo integral, propuesta que encuentra antecedentes directos en Camacho Marín et al. (2026) y Camacho Marín, et al., (2026), obras que vinculan tecnologías emergentes con aprendizaje personalizado, inclusión y competencias del siglo XXI sin

presentar la innovación como sustitución de la relación educativa.

1.1.3. Ampliación de las capacidades humanas para aprender

Ampliar las capacidades humanas para aprender implica utilizar la tecnología como soporte para realizar con mayor profundidad actividades de exploración, representación, contraste y creación, evitando que la facilidad de obtener una respuesta elimine los procesos cognitivos que permiten comprenderla, por ello Kasneci et al., (2023) señalan que los grandes modelos de lenguaje ofrecen oportunidades educativas relevantes pero también desafíos asociados con exactitud, dependencia, equidad y uso responsable que deben abordarse mediante estrategias pedagógicas deliberadas.

La inteligencia artificial puede funcionar como una extensión de la capacidad para acceder a explicaciones, ejemplos y perspectivas alternativas, especialmente cuando el estudiante necesita retroalimentación inmediata o representaciones diferentes de un mismo concepto, aunque Tlili et al., (2023) muestran que el entusiasmo inicial frente a sistemas conversacionales debe acompañarse de análisis crítico sobre calidad, utilidad, transformación educativa y ética para evitar que la interacción aparente se confunda con comprensión profunda.

La ampliación también puede producirse en la capacidad de crear, porque los sistemas generativos permiten prototipar textos, imágenes, modelos y soluciones con rapidez, pero la función educativa debería concentrarse en

que el estudiante compare, justifique, corrija y reconstruya esos productos, perspectiva coherente con el estudio de Camacho Marín y Primera Cuauro (2026), que vincula la inteligencia artificial generativa con competencias digitales y pensamiento crítico mientras advierte la necesidad de formación docente, ética y uso pedagógico integral.

Otra capacidad susceptible de ampliación es la autorregulación, ya que los entornos inteligentes pueden ofrecer recordatorios, indicadores de progreso y sugerencias ajustadas a la trayectoria individual, aunque la decisión sobre metas y estrategias debe permanecer en el estudiante para evitar una dependencia de recomendaciones externas, principio que se relaciona con las propuestas de aprendizaje personalizado revisadas por Bayly-Castaneda et al. (2024) y con el énfasis en autonomía presente en Camacho Marín et al. (2026).

La colaboración constituye igualmente una capacidad ampliable cuando las tecnologías permiten trabajar con personas, recursos y sistemas inteligentes más allá de las limitaciones físicas del aula, pero el aprendizaje colaborativo requiere responsabilidades compartidas, diálogo y construcción conjunta y no simplemente coexistencia en una plataforma, consideración que conecta con la Teoría del Aprendizaje Colaborativo y Contextualizado desarrollada por Camacho Marín y Camacho Marín (2025), donde la interacción adquiere sentido al vincularse con contextos reales y desarrollo de habilidades.

El principio de ampliación exige también preservar momentos de esfuerzo productivo, porque determinadas dificultades, intentos y errores forman parte del proceso

mediante el cual se consolidan habilidades, de modo que una herramienta que resuelve inmediatamente una tarea puede ser útil para un experto y perjudicial para quien todavía necesita construir la competencia, preocupación presente en la OECD (2023) al señalar que la inteligencia artificial generativa puede democratizar experiencias de aprendizaje autónomo y simultáneamente desafiar procesos tradicionales de adquisición de habilidades.

En consecuencia, una educación orientada a ampliar capacidades humanas debe establecer una regla pedagógica fundamental según la cual la tecnología interviene cuando incrementa la calidad del pensamiento y se retira cuando sustituye el proceso que se pretende aprender, criterio que permite convertir la inteligencia artificial en una herramienta de potenciación y no de dependencia, en consonancia con Camacho Marín et al. (2026), quienes sostienen que la tecnología debe amplificar el aprendizaje sin reemplazar el esfuerzo cognitivo ni la mediación docente.

1.2. Inteligencia artificial y nueva arquitectura educativa

La inteligencia artificial está modificando la arquitectura educativa porque introduce sistemas capaces de generar contenidos, analizar patrones, recomendar recursos y sostener interacciones en lenguaje natural, funciones que alteran la distribución tradicional de tareas entre instituciones, docentes y estudiantes, mientras Crompton y Burke (2023) muestran que las aplicaciones de IA en educación superior abarcan evaluación, predicción,

asistencia y personalización, evidenciando que el debate ya no se limita a incorporar una herramienta sino a reorganizar procesos académicos completos.

Una nueva arquitectura educativa requiere conectar currículo, pedagogía, evaluación, datos y tecnología dentro de un sistema coherente, pues utilizar inteligencia artificial de forma aislada puede incrementar eficiencia sin transformar el aprendizaje, razón por la cual la OECD (2023) propone avanzar hacia ecosistemas digitales efectivos donde infraestructura, gobernanza, interoperabilidad y competencias humanas funcionen de manera articulada y donde las decisiones sobre automatización se encuentren alineadas con objetivos educativos y criterios de equidad.

La IA generativa añade complejidad a esta arquitectura porque puede participar simultáneamente en planificación, producción de materiales, tutoría y evaluación formativa, pero su incorporación obliga a redefinir qué evidencias permiten demostrar aprendizaje auténtico y qué tareas deben permanecer bajo responsabilidad humana, cuestión que UNESCO (2023) aborda al proponer una integración centrada en la persona que proteja privacidad, diversidad, agencia y responsabilidad durante el diseño y uso de sistemas generativos.

Desde la gestión educativa, la inteligencia artificial puede apoyar procesos de análisis y organización institucional, aunque la toma de decisiones debe conservar mecanismos de supervisión y rendición de cuentas, planteamiento relacionado con Camacho Marín et al., (2024), quienes analizan estrategias innovadoras con IA en el sistema educativo ecuatoriano y destacan que la transformación requiere liderazgo, preparación profesional y

articulación entre innovación tecnológica y necesidades concretas de las instituciones.

La nueva arquitectura también transforma la función docente porque tareas de preparación y producción pueden ser asistidas tecnológicamente mientras aumenta la importancia del diseño, la contextualización y la mediación, una transición que Sperling et al. (2024) relacionan con la necesidad de fortalecer alfabetización en inteligencia artificial dentro de la formación docente, ya que utilizar sistemas inteligentes con criterio requiere comprender tanto sus posibilidades técnicas como sus implicaciones pedagógicas y sociales.

Para el estudiante, la arquitectura inteligente puede ofrecer rutas diferenciadas y apoyos más frecuentes, aunque su valor dependerá de que preserve oportunidades para decidir, colaborar y construir conocimiento, pues Camacho Marín et al. (2026) sostienen que el futuro educativo exige combinar aprendizaje adaptativo, personalización y competencias digitales con enfoques inclusivos que preparen a las personas para contextos cambiantes sin reducir la experiencia formativa a una secuencia automatizada de recomendaciones.

Por ello, la arquitectura educativa aumentada debe concebir la inteligencia artificial como una capa de apoyo distribuida a través del ecosistema y no como un centro autónomo de decisión, manteniendo a docentes y estudiantes como agentes responsables del proceso, enfoque consistente con la revisión de Bond et al. (2024), que reclama mayor colaboración interdisciplinaria, rigor y ética para que el crecimiento de la IA educativa produzca beneficios sostenibles y científicamente evaluables.

1.2.1. Inteligencia artificial generativa en los procesos educativos

La inteligencia artificial generativa se diferencia de tecnologías educativas anteriores por su capacidad para producir textos, imágenes, código, explicaciones y otros contenidos a partir de instrucciones formuladas en lenguaje natural, característica que amplía las posibilidades de interacción y creación dentro del aula, aunque UNESCO (2023) advierte que la rapidez con que estas herramientas evolucionan supera con frecuencia la adaptación de marcos regulatorios y educativos, lo que exige políticas institucionales, protección de datos y alfabetización específica para estudiantes y docentes.

En la planificación docente, los sistemas generativos pueden apoyar la creación de ejemplos, preguntas, secuencias y versiones diferenciadas de materiales, pero estos productos requieren revisión profesional para garantizar precisión, pertinencia curricular y adecuación cultural, porque la generación probabilística puede producir errores convincentes, limitación analizada por Kasneci et al. (2023) al señalar que el potencial de los grandes modelos de lenguaje debe equilibrarse con estrategias de verificación, transparencia y desarrollo de competencias críticas.

En el aprendizaje, la interacción conversacional permite solicitar explicaciones alternativas, ejemplos progresivos o retroalimentación inmediata, lo que puede favorecer experiencias más flexibles cuando existe una intención pedagógica clara, aunque Tlili et al. (2023) muestran que el uso educativo de ChatGPT debe examinarse desde dimensiones de transformación, utilidad, calidad de

respuesta y ética, evitando asumir que una conversación fluida constituye automáticamente una tutoría pedagógicamente adecuada.

La IA generativa también modifica las tareas académicas tradicionales porque puede producir respuestas similares a aquellas que anteriormente servían como evidencia de aprendizaje, situación que obliga a diseñar actividades donde el estudiante deba justificar decisiones, documentar procesos y contrastar resultados, orientación coherente con Camacho Marín y Primera Cuauro (2026), quienes destacan que el uso de IA puede fortalecer competencias digitales y pensamiento crítico cuando se integra mediante estrategias que exigen análisis y responsabilidad.

La producción de contenidos con IA plantea además preguntas sobre autoría e integridad académica, pues la participación del sistema puede variar desde una corrección superficial hasta la generación sustancial de una obra, por lo que las instituciones necesitan criterios transparentes sobre declaración de uso, atribución y límites permitidos, necesidad vinculada con la visión humanista de UNESCO (2023), que propone preservar agencia humana y responsabilidad sobre los resultados generados mediante sistemas automatizados.

En contextos de diversidad, la IA generativa puede facilitar traducciones, reformulaciones y representaciones múltiples que reduzcan determinadas barreras de acceso, aunque su utilización debe considerar sesgos lingüísticos y culturales, porque los modelos reflejan patrones presentes en los datos con los que fueron desarrollados, de ahí que Bond et al. (2024) insistan en fortalecer la investigación ética y

colaborativa para comprender qué grupos se benefician, bajo qué condiciones y con cuáles riesgos.

La integración educativa de la IA generativa requiere finalmente pasar de la pregunta sobre si debe utilizarse hacia la pregunta sobre cómo diseñar interacciones que produzcan aprendizaje verificable, criterio que Camacho Marín (2025) aborda al analizar oportunidades y desafíos de la inteligencia artificial en el aula y que Camacho Marín et al. (2026) profundizan al proponer una neuropedagogía digital donde la tecnología actúe como mediadora sin sustituir el esfuerzo cognitivo ni la responsabilidad docente.

1.2.2. Sistemas adaptativos y personalización del aprendizaje

Los sistemas adaptativos utilizan información sobre desempeño e interacción para modificar secuencias, niveles de dificultad o tipos de apoyo, lo que permite responder con mayor flexibilidad a diferencias entre estudiantes, mientras Bayly-Castaneda et al. (2024) identifican en su revisión sistemática que la inteligencia artificial puede contribuir a construir rutas personalizadas para el aprendizaje permanente, aunque la efectividad de estas propuestas depende de la calidad de los datos, el diseño pedagógico y la participación activa del aprendiz.

La personalización no debe confundirse con individualización absoluta, porque aprender implica también diálogo, colaboración y pertenencia a una comunidad, de manera que los sistemas adaptativos deberían ajustar apoyos sin fragmentar la experiencia colectiva, principio coherente con Camacho Marín, et al., (2026), quienes vinculan

personalización e inclusión con metodologías activas y tecnologías emergentes dentro de una visión donde la diversidad del estudiante constituye un punto de partida para diseñar oportunidades de aprendizaje.

Una ventaja potencial de la adaptación consiste en detectar dificultades tempranas y ofrecer recursos antes de que el rezago se consolide, aunque cualquier inferencia algorítmica debe interpretarse con prudencia porque los datos disponibles representan solamente una parte del proceso educativo, razón por la cual Alfredo et al. (2024) proponen una analítica del aprendizaje centrada en las personas que incorpore transparencia, participación y consideración de las necesidades reales de quienes utilizan los sistemas.

La personalización también puede aumentar la autonomía cuando el estudiante dispone de opciones para seleccionar rutas, recursos o niveles de apoyo, pero puede reducirla si el algoritmo decide permanentemente qué debe hacer cada persona, tensión que exige diseños donde las recomendaciones sean comprensibles y modificables, en concordancia con la OECD (2023), que plantea que la inteligencia artificial puede abrir nuevas rutas de aprendizaje siempre que existan condiciones de confianza, equidad y capacidad humana para utilizarla adecuadamente.

En la práctica docente, los sistemas adaptativos pueden aportar información útil para organizar grupos, diseñar refuerzos y diferenciar actividades, pero no sustituyen el conocimiento contextual que el educador posee sobre motivación, historia y condiciones de cada estudiante, consideración presente en Camacho Marín et al. (2026), quienes sitúan al docente como diseñador de experiencias

cognitivas dentro de ecosistemas inteligentes y no como simple operador de decisiones producidas por plataformas.

La personalización responsable debe considerar además privacidad y minimización de datos, porque adaptar experiencias puede requerir recopilar información detallada sobre rendimiento y comportamiento, de modo que el beneficio pedagógico debe justificarse frente al nivel de intrusión requerido, preocupación señalada tanto por UNESCO (2023) como por Bond et al. (2024), cuyas propuestas subrayan la necesidad de marcos éticos y de gobernanza capaces de acompañar el crecimiento de la inteligencia artificial educativa.

Por tanto, los sistemas adaptativos alcanzan su mayor valor cuando complementan el juicio docente, ofrecen opciones al estudiante y utilizan datos de manera proporcional y transparente, configuración que permite comprender la personalización como una estrategia para ampliar oportunidades y no como una automatización total de la enseñanza, perspectiva alineada con Camacho Marín et al. (2026) al integrar aprendizaje adaptativo, tecnologías emergentes y desarrollo de competencias dentro de una educación inclusiva y orientada al futuro.

1.2.3. Del docente transmisor al docente aumentado

La disponibilidad inmediata de información y la capacidad generativa de la inteligencia artificial reducen la centralidad del docente como fuente exclusiva de contenidos, pero incrementan su importancia como profesional capaz de seleccionar, contextualizar y

transformar información en experiencias de aprendizaje, transición que la OECD (2023) relaciona con la necesidad de fortalecer competencias digitales docentes para aprovechar tecnologías inteligentes sin perder el control pedagógico sobre los objetivos, los procesos y las decisiones que afectan al estudiante.

El docente aumentado utiliza herramientas digitales para ampliar su capacidad de planificar, producir materiales, analizar evidencias y ofrecer retroalimentación, aunque conserva la responsabilidad sobre aquello que se enseña y sobre la calidad de las interacciones, perspectiva coincidente con Camacho Marín et al. (2026), quienes describen al educador dentro de la neuropedagogía digital como diseñador de experiencias cognitivas y mediador de tecnologías que deben potenciar el desarrollo humano en lugar de reemplazarlo.

La formación profesional constituye una condición esencial para esta transición, porque saber utilizar una aplicación no equivale a comprender cómo integrarla en una secuencia didáctica, mientras Sperling et al. (2024) muestran que la alfabetización en inteligencia artificial dentro de la formación docente todavía constituye un campo emergente que requiere articular conocimientos técnicos, pedagógicos, críticos y éticos para preparar a los educadores frente a sistemas cada vez más complejos.

El docente aumentado necesita además desarrollar capacidad para evaluar productos generados por inteligencia artificial, detectar errores, reconocer sesgos y enseñar a sus estudiantes procesos de verificación, competencia especialmente relevante porque los modelos pueden producir respuestas plausibles sin garantía de exactitud,

limitación destacada por Kasneci et al. (2023) y por UNESCO (2023), que recomiendan fortalecer la agencia humana y la validación crítica durante cualquier aplicación educativa de IA generativa.

La dimensión relacional del trabajo docente adquiere mayor valor en un contexto automatizado porque motivar, escuchar, comprender situaciones personales y construir confianza son funciones que no pueden reducirse a eficiencia algorítmica, de ahí que UNESCO (2024) sostenga que las tecnologías deben apoyar una educación basada en interacción humana y no orientarse a sustituirla, criterio fundamental para distinguir una educación aumentada de una educación simplemente automatizada.

En Ecuador, el desarrollo del docente aumentado requiere políticas de formación y liderazgo que conecten innovación con necesidades institucionales concretas, pues Camacho Marín et al. (2024) destacan la importancia de estrategias innovadoras con IA dentro de la gerencia educativa y Camacho Marín et al. (2024) muestran que el impacto de las plataformas sobre habilidades del siglo XXI depende de una integración pedagógica capaz de convertir los recursos tecnológicos en experiencias activas y colaborativas.

El docente aumentado puede definirse finalmente como un profesional que utiliza inteligencia artificial para extender su capacidad de diseño y acompañamiento mientras reserva para el juicio humano las decisiones que requieren interpretación, sensibilidad y responsabilidad, perfil que sintetiza el tránsito desde la transmisión hacia la mediación y que coincide con la propuesta de Camacho Marín et al. (2026), donde tecnología, neurociencia y pedagogía

convergen para fortalecer la autonomía y el aprendizaje significativo.

1.3. El estudiante aumentado

El estudiante aumentado no se define por la cantidad de tecnología que utiliza sino por su capacidad para integrarla de manera consciente dentro de procesos de aprendizaje que conservan autonomía, esfuerzo y responsabilidad, perspectiva necesaria en un contexto donde la inteligencia artificial puede responder preguntas, producir textos y resolver tareas con rapidez, mientras UNESCO (2023) propone preservar la agencia humana como criterio central para evitar que los sistemas generativos desplacen el desarrollo de capacidades intelectuales fundamentales.

La disponibilidad de asistentes inteligentes transforma la relación del estudiante con la información porque permite acceder a explicaciones y ejemplos en cualquier momento, pero esta abundancia incrementa la necesidad de evaluar calidad, procedencia y pertinencia, de modo que la alfabetización contemporánea debe incorporar competencias para interactuar críticamente con sistemas de IA, cuestión abordada por Casal-Otero et al. (2023) al identificar la alfabetización en inteligencia artificial como un campo emergente dentro de la educación escolar.

El estudiante aumentado necesita comprender que una respuesta generada no constituye conocimiento propio hasta que puede explicarla, relacionarla y utilizarla en contextos diferentes, por ello las actividades educativas deberían exigir procesos de contraste y reconstrucción, orientación respaldada por Camacho Marín y Primera

Cuauro (2026), quienes vinculan la inteligencia artificial generativa con el desarrollo de competencias digitales y pensamiento crítico cuando existe una mediación pedagógica que supera el consumo pasivo de resultados.

La autonomía constituye una dimensión central porque los sistemas inteligentes pueden ofrecer recomendaciones útiles pero también crear dependencia cuando el estudiante deja de tomar decisiones sobre su aprendizaje, tensión que la OECD (2023) reconoce al señalar que la IA puede democratizar experiencias de aprendizaje autónomo y al mismo tiempo desafiar procesos de adquisición de habilidades, por lo que el diseño debe preservar espacios donde el aprendiz establezca metas, seleccione estrategias y evalúe su propio progreso.

La dimensión social también permanece esencial, debido a que aprender con inteligencia artificial no elimina la necesidad de colaborar, argumentar y construir significados con otras personas, razón por la cual Camacho Marín y Camacho Marín (2025) proponen un aprendizaje colaborativo y contextualizado que vincula las habilidades con situaciones reales y que puede complementar la personalización tecnológica mediante experiencias donde la interacción humana continúa siendo fuente de aprendizaje.

El estudiante aumentado requiere además una identidad ética digital capaz de reconocer responsabilidades relacionadas con autoría, privacidad, propiedad intelectual y uso transparente de sistemas generativos, pues Bond et al. (2024) muestran que la expansión de la inteligencia artificial en educación exige mayor atención a cuestiones éticas y UNESCO (2023) insiste en que la adopción tecnológica debe proteger derechos, diversidad y seguridad de los usuarios.

En consecuencia, el estudiante aumentado es un aprendiz capaz de utilizar herramientas inteligentes sin entregarles la dirección de su pensamiento, perfil coherente con Camacho Marín et al. (2026), quienes destacan pensamiento crítico, creatividad y autorregulación como competencias fundamentales de la neuropedagogía digital, y con Camacho Marín et al. (2026), que sitúan las competencias digitales y el aprendizaje permanente entre las condiciones necesarias para desenvolverse en escenarios educativos y laborales cambiantes.

1.3.1. Autonomía y autorregulación en entornos inteligentes

La autonomía en entornos inteligentes implica que el estudiante mantenga capacidad para definir metas, elegir estrategias y asumir responsabilidad por sus decisiones aun cuando disponga de sistemas capaces de sugerir rutas o respuestas, porque una educación verdaderamente aumentada debería ampliar el control del aprendiz en lugar de transferirlo al algoritmo, principio consistente con UNESCO (2023), que sitúa la agencia humana en el centro de una integración ética y pedagógicamente significativa de la inteligencia artificial generativa.

La autorregulación comprende procesos de planificación, seguimiento y evaluación que permiten ajustar la conducta durante el aprendizaje, capacidades que pueden ser apoyadas mediante paneles de progreso, recordatorios y retroalimentación adaptativa, aunque Bayly-Castaneda et al. (2024) advierten que las rutas personalizadas con IA deben diseñarse para favorecer aprendizaje permanente y participación activa, evitando convertir al estudiante en un

receptor de secuencias determinadas automáticamente por el sistema.

Los asistentes generativos pueden contribuir a la autorregulación cuando ayudan a formular preguntas, comparar alternativas o revisar un plan de trabajo, pero pueden debilitarla si proporcionan soluciones antes de que el estudiante haya intentado construir una respuesta propia, por ello Kasneci et al. (2023) proponen equilibrar las oportunidades de los grandes modelos de lenguaje con estrategias que protejan la adquisición de habilidades, el pensamiento independiente y la capacidad de evaluar críticamente las salidas de la inteligencia artificial.

La retroalimentación inmediata constituye una ventaja de los entornos inteligentes porque reduce el tiempo entre desempeño y orientación, pero su valor aumenta cuando el estudiante utiliza esa información para tomar decisiones y no solamente para corregir mecánicamente una respuesta, perspectiva relacionada con Alfredo et al. (2024), quienes plantean una analítica del aprendizaje centrada en las personas donde los datos deben servir a procesos de comprensión, participación y mejora y no convertirse en mecanismos opacos de control.

La autonomía requiere igualmente aprender a gestionar la atención y el tiempo dentro de ambientes caracterizados por abundancia de estímulos, notificaciones y posibilidades de consulta, de modo que el estudiante aumentado necesita establecer límites y seleccionar conscientemente cuándo utilizar una herramienta, enfoque que Camacho Marín et al. (2026) vinculan con autorregulación y pensamiento crítico dentro de una

neuropedagogía digital orientada a proteger el esfuerzo cognitivo frente a la automatización excesiva.

El papel docente continúa siendo relevante para desarrollar autorregulación porque las capacidades de planificar y evaluar el propio aprendizaje se construyen progresivamente mediante modelado, preguntas y acompañamiento, razón por la cual la personalización tecnológica debería complementarse con mediación humana y experiencias colaborativas, orientación coherente con Camacho Marín, et al., (2024), quienes articulan aprendizaje personalizado, inclusión y metodologías activas dentro de la transformación educativa.

La meta de una educación aumentada consiste así en formar estudiantes capaces de utilizar inteligencia artificial de manera estratégica, sabiendo cuándo solicitar apoyo, cuándo verificarlo y cuándo trabajar sin asistencia para fortalecer una habilidad, configuración que convierte la autorregulación en una competencia decisiva del siglo XXI y que responde a la preocupación de la OECD (2023) por aprovechar nuevas rutas de aprendizaje sin permitir que la automatización produzca pérdida de capacidades esenciales.

1.3.2. Competencias cognitivas, digitales y metacognitivas

Las competencias del estudiante aumentado integran dimensiones cognitivas, digitales y metacognitivas porque desenvolverse en ecosistemas inteligentes exige comprender contenidos, utilizar tecnologías y regular el propio pensamiento de manera simultánea, enfoque que Camacho Marín et al. (2026) sitúan en el centro de la neuropedagogía

digital al destacar pensamiento crítico, creatividad y autorregulación como capacidades necesarias para que la tecnología amplifique el aprendizaje sin reducir la participación intelectual del estudiante.

La competencia digital supera el manejo instrumental de dispositivos porque incluye búsqueda, evaluación, creación, comunicación, seguridad y comprensión crítica de los sistemas que median la información, mientras Casal-Otero et al. (2023) muestran que la alfabetización en inteligencia artificial dentro de K-12 incorpora conocimientos, habilidades y actitudes que permiten comprender cómo funcionan estos sistemas y participar responsablemente en contextos donde sus decisiones tienen creciente influencia.

Las competencias cognitivas adquieren una nueva relevancia precisamente porque determinadas tareas pueden automatizarse, de modo que analizar, relacionar, argumentar y transferir conocimientos se vuelve más importante que reproducir información disponible inmediatamente, orientación coherente con Camacho Marín et al. (2024), cuyo estudio sobre plataformas digitales vincula la integración tecnológica con habilidades del siglo XXI como pensamiento crítico, colaboración, comunicación y resolución de problemas.

La metacognición permite al estudiante reconocer qué comprende, qué necesita aprender y qué estrategia resulta adecuada, capacidad especialmente importante frente a sistemas generativos porque una persona debe decidir si acepta, modifica o rechaza una respuesta automatizada, mientras Camacho Marín y Primera Cuauro (2026) destacan que el pensamiento crítico debe acompañar el desarrollo de

competencias digitales para que la inteligencia artificial contribuya realmente a mejorar la calidad del aprendizaje.

La integración de estas competencias requiere experiencias donde el estudiante no solamente use una herramienta sino que explique por qué la eligió, cómo evaluó sus resultados y qué aprendió durante el proceso, estrategia que responde a la recomendación de UNESCO (2023) de promover usos pedagógicos de la inteligencia artificial que mantengan agencia humana, pensamiento de orden superior y responsabilidad sobre los productos generados.

La formación docente resulta decisiva para desarrollar este perfil porque las competencias no emergen automáticamente del contacto frecuente con tecnología, cuestión que Sperling et al. (2024) evidencian al revisar la alfabetización en inteligencia artificial dentro de la formación del profesorado y que Claro et al. (2024) complementan al mostrar la relevancia de comprender de manera sistemática las competencias digitales docentes necesarias para integrar tecnologías con propósito pedagógico.

En conjunto, las competencias cognitivas, digitales y metacognitivas constituyen una arquitectura de aprendizaje que permite al estudiante utilizar inteligencia artificial sin perder capacidad de juicio, perspectiva compatible con Camacho Marín et al. (2026), quienes proponen preparar a los estudiantes mediante alfabetización digital, pensamiento crítico y aprendizaje adaptativo, y con la OECD (2023), que vincula el éxito de los ecosistemas digitales con el desarrollo de capacidades humanas para aprovecharlos de manera efectiva y equitativa.

1.3.3. Pensamiento crítico frente a la inteligencia artificial

El pensamiento crítico frente a la inteligencia artificial comienza por reconocer que la fluidez lingüística de una respuesta no garantiza su exactitud, relevancia ni neutralidad, debido a que los modelos generativos producen contenidos a partir de patrones aprendidos y pueden presentar información incorrecta con apariencia convincente, limitación destacada por Kasneci et al. (2023), quienes proponen estrategias de mitigación relacionadas con verificación, alfabetización y uso responsable dentro de los contextos educativos.

La primera práctica crítica consiste en contrastar información con fuentes confiables y distinguir entre afirmaciones verificables, interpretaciones y contenidos generados sin evidencia suficiente, proceso que debería incorporarse explícitamente en las tareas académicas para transformar la interacción con IA en una oportunidad de alfabetización informacional, orientación coherente con UNESCO (2023), que propone una utilización humanamente controlada y pedagógicamente diseñada de los sistemas generativos.

El pensamiento crítico también requiere identificar supuestos y sesgos, porque los sistemas pueden reproducir desigualdades presentes en sus datos o privilegiar perspectivas dominantes, de modo que estudiantes y docentes necesitan preguntar qué voces están representadas, cuáles pueden estar ausentes y cómo cambia una respuesta cuando se modifica el contexto, preocupación ética señalada por Bond et al. (2024) dentro de su revisión de la

investigación sobre inteligencia artificial en educación superior.

Otra dimensión consiste en comparar la respuesta de la IA con el razonamiento propio, estrategia que evita utilizar la herramienta como sustituto y la convierte en objeto de análisis, pues Camacho Marín y Primera Cuauro (2026) sostienen que la inteligencia artificial generativa puede contribuir al pensamiento crítico cuando se integra dentro de actividades que demandan valoración, interpretación y responsabilidad del estudiante en lugar de aceptación automática del contenido producido.

El pensamiento crítico incluye igualmente reconocer los límites de la propia comprensión, porque evaluar una respuesta exige disponer de criterios y conocimientos previos suficientes, por lo que la IA no elimina la necesidad de estudiar fundamentos disciplinares y puede incluso aumentar su importancia, cuestión implícita en la OECD (2023) al advertir que las herramientas generativas pueden desafiar la adquisición tradicional de habilidades si se utilizan antes de que el estudiante construya capacidades básicas.

Las evaluaciones pueden aprovechar esta realidad mediante tareas donde se presenten respuestas generadas deliberadamente para que los estudiantes detecten errores, verifiquen fuentes y propongan mejoras, estrategia que convierte la IA en material para pensar y no solamente en mecanismo para producir, en consonancia con la propuesta de Camacho Marín et al. (2026), que sitúa el pensamiento crítico entre las capacidades humanas que deben fortalecerse dentro de ecosistemas educativos mediados por inteligencia artificial.

Formar pensamiento crítico frente a la IA significa finalmente enseñar a mantener una relación de confianza calibrada con la tecnología, evitando tanto la aceptación acrítica como el rechazo automático, postura que permite aprovechar sus posibilidades sin renunciar al juicio humano y que coincide con Tlili et al. (2023), quienes muestran que el debate educativo sobre ChatGPT debe integrar oportunidades, calidad de respuestas, transformación y ética dentro de una evaluación equilibrada de sus usos.

1.4. Nuevos ecosistemas para aprender

Los nuevos ecosistemas para aprender combinan espacios físicos, plataformas digitales, redes de colaboración, inteligencia artificial y recursos inmersivos dentro de experiencias que pueden desarrollarse de manera continua entre diferentes tiempos y lugares, configuración que la OECD (2023) interpreta como parte de una transformación sistémica donde infraestructura, servicios, datos y competencias humanas deben conectarse para superar la fragmentación característica de las primeras etapas de digitalización educativa.

La principal característica de estos ecosistemas es la continuidad, porque el estudiante puede iniciar una actividad en el aula, profundizarla mediante recursos en línea, colaborar a distancia y regresar posteriormente al espacio presencial con nuevas evidencias, dinámica que Camacho Marín et al. (2026) relacionan con educación híbrida, aprendizaje personalizado y tecnologías emergentes al analizar escenarios educativos capaces de responder con mayor flexibilidad a necesidades diversas.

La inteligencia artificial añade una dimensión adaptativa al ecosistema al permitir recomendaciones, generación de apoyos y análisis de interacciones, aunque su integración debe respetar principios de transparencia y control humano, razón por la cual UNESCO (2023) propone que los sistemas generativos se incorporen mediante procesos de validación ética y diseño pedagógico que mantengan la centralidad de las personas y protejan sus datos.

Los entornos inmersivos amplían además las posibilidades de representación y experimentación, pues la realidad virtual y aumentada permiten explorar objetos, espacios y procesos difíciles de reproducir físicamente, mientras Yu y Xu (2022) encuentran en su meta-análisis efectos positivos de la realidad virtual sobre diferentes resultados de aprendizaje y Coban, et al., (2022) muestran que la efectividad depende de variables como nivel educativo, campo disciplinar y condiciones de implementación.

Un ecosistema educativo no puede considerarse aumentado si incrementa posibilidades para algunos estudiantes mientras excluye a quienes carecen de conectividad, dispositivos o competencias, por ello UNESCO (2024) insiste en evaluar la tecnología desde criterios de equidad, relevancia y sostenibilidad, recordando que la innovación debe responder a necesidades educativas y no a una lógica de incorporación tecnológica desligada de las condiciones sociales donde ocurre el aprendizaje.

La arquitectura de estos ecosistemas exige también interoperabilidad y gobernanza, porque múltiples herramientas desconectadas pueden aumentar la carga de

docentes y estudiantes en lugar de facilitarla, cuestión abordada por la OECD (2023) al analizar componentes de ecosistemas digitales nacionales y señalar la importancia de políticas que conecten plataformas, sistemas de información, evaluación, recursos y desarrollo de competencias dentro de una estrategia coherente.

Desde la perspectiva de la educación aumentada, el ecosistema ideal no es el que acumula mayor cantidad de tecnologías sino aquel que permite transitar de forma natural entre interacción humana, exploración digital, creación y reflexión, enfoque consistente con Camacho Marín et al. (2026), quienes proponen una convergencia entre neurociencia, pedagogía e inteligencia artificial donde la tecnología funciona como mediadora del aprendizaje y permanece subordinada al desarrollo integral de la persona.

1.4.1. Aprendizaje híbrido, ubicuo e inmersivo

El aprendizaje híbrido integra experiencias presenciales y digitales dentro de una secuencia pedagógica común, por lo que su calidad depende menos de la proporción de tiempo asignada a cada modalidad que de la coherencia con que ambas se conectan, perspectiva compatible con Camacho Marín et al. (2026), quienes analizan la educación híbrida como parte de los enfoques contemporáneos que requieren flexibilidad, tecnologías pertinentes y desarrollo de competencias para sostener experiencias significativas más allá de los límites físicos del aula.

El aprendizaje ubicuo amplía esta lógica al reconocer que la construcción de conocimiento puede continuar en distintos espacios mediante dispositivos, recursos en línea y comunidades conectadas, aunque la disponibilidad permanente no debe confundirse con exigencia permanente, por lo que los diseños necesitan proteger tiempos de descanso, concentración y desconexión, consideración coherente con UNESCO (2024), que propone valorar las tecnologías educativas desde el bienestar, la pertinencia y las condiciones reales de quienes aprenden.

Los ambientes inmersivos incorporan una dimensión experiencial al permitir que los estudiantes interactúen con representaciones tridimensionales, simulaciones y escenarios virtuales, mientras Villena-Taranilla et al. (2022) reportan en su meta-análisis resultados favorables de la realidad virtual sobre el aprendizaje en educación K-6 y Coban et al. (2022) encuentran un efecto positivo general de la realidad virtual inmersiva, aunque condicionado por características de la intervención y del contexto educativo.

La inmersión resulta especialmente valiosa cuando permite observar fenómenos inaccesibles, practicar procedimientos costosos o explorar espacios que no podrían visitarse de forma directa, pero el efecto educativo depende de la actividad cognitiva que acompaña la experiencia, razón por la cual Yu y Xu (2022) recomiendan prestar atención a motivación, satisfacción, diseño de laboratorios y características de los usuarios al integrar realidad virtual dentro de procesos formativos.

La combinación de aprendizaje híbrido e inmersivo puede enriquecer metodologías activas al conectar preparación digital, experiencia simulada y reflexión

presencial, secuencia que permite utilizar cada entorno según sus fortalezas y evita convertir la realidad virtual en un recurso aislado, enfoque relacionado con Camacho Marín, et al., (2024), quienes incorporan realidad aumentada e inteligencia artificial dentro de una transformación educativa vinculada con inclusión, personalización y metodologías innovadoras.

La equidad continúa siendo una condición transversal porque los dispositivos inmersivos y la conectividad avanzada pueden aumentar diferencias entre instituciones, de modo que cualquier estrategia necesita alternativas accesibles y criterios de proporcionalidad, advertencia consistente con UNESCO (2024), que sostiene que las tecnologías deben evaluarse según su capacidad para resolver problemas educativos concretos sin generar nuevas formas de exclusión o dependencia.

En una educación aumentada, lo híbrido, ubicuo e inmersivo no constituye tres modelos independientes sino dimensiones complementarias de un ecosistema flexible, donde el estudiante puede aprender mediante interacción presencial, acceso distribuido y experiencias simuladas según la naturaleza del objetivo, concepción que coincide con Camacho Marín et al. (2026) al plantear ecosistemas inteligentes capaces de integrar tecnología con procesos cognitivos, autorregulación y mediación pedagógica.

1.4.2. Realidad extendida y experiencias educativas inteligentes

La realidad extendida reúne tecnologías como realidad virtual, aumentada y mixta que modifican la

relación entre información digital y entorno físico, ofreciendo posibilidades para visualizar, manipular y experimentar conceptos de manera interactiva, mientras Rojas-Sánchez, et al., (2023) muestran el crecimiento sostenido de la investigación sobre realidad virtual educativa y la diversidad de campos donde estas experiencias comienzan a integrarse dentro de procesos de enseñanza y aprendizaje.

La realidad aumentada puede superponer información sobre objetos y espacios reales para facilitar explicaciones contextualizadas, mientras Basumatary y Maity (2023) identifican en educación primaria aplicaciones orientadas a experiencias interactivas que abren nuevas posibilidades de exploración, aunque su valor depende de usabilidad, propósito y correspondencia con los objetivos, aspecto también señalado por revisiones recientes que analizan la experiencia de aprendizaje y los desafíos de implementación de esta tecnología.

La realidad virtual permite crear escenarios completos donde el estudiante puede experimentar situaciones que serían peligrosas, costosas o imposibles de reproducir en el aula, mientras Coban et al. (2022) encuentran efectos positivos sobre resultados de aprendizaje y Yu y Xu (2022) confirman que la tecnología puede favorecer diversas dimensiones educativas, aunque ambos trabajos muestran que la magnitud de los resultados varía según las condiciones de diseño y la población estudiada.

La integración de inteligencia artificial con realidad extendida permite imaginar experiencias más adaptativas donde personajes virtuales, simulaciones o tutores respondan a las decisiones del estudiante, pero esta

convergencia debe evitar que la complejidad tecnológica eclipse el propósito pedagógico, criterio compatible con Camacho Marín et al. (2026), quienes proponen integrar tecnologías emergentes dentro de una arquitectura donde la mediación pedagógica y el desarrollo humano continúan determinando el valor de la innovación.

Las experiencias inteligentes pueden utilizar datos de interacción para modificar dificultad, proporcionar pistas o generar retroalimentación contextual, aunque la recopilación de información dentro de ambientes inmersivos aumenta preocupaciones sobre privacidad y vigilancia, por lo que UNESCO (2023) y la OECD (2023) recomiendan marcos de gobernanza que protejan datos y aseguren transparencia cuando sistemas automatizados participan en decisiones o recomendaciones educativas.

El diseño de realidad extendida debe considerar carga cognitiva y accesibilidad, porque una experiencia visualmente sofisticada puede distraer o excluir si presenta estímulos innecesarios, interfaces complejas o requerimientos físicos incompatibles con determinadas necesidades, razón por la cual una educación aumentada debería evaluar cada recurso desde su contribución al aprendizaje y ofrecer alternativas equivalentes cuando la tecnología no resulte adecuada para todos los estudiantes.

La realidad extendida alcanza su mayor potencial cuando permite aprender haciendo, observar consecuencias y reflexionar posteriormente sobre la experiencia, secuencia que transforma la inmersión en conocimiento y que se relaciona con Camacho Marín et al. (2026), quienes incluyen realidad aumentada y virtual entre las innovaciones capaces de enriquecer el aprendizaje siempre que se articulen con

metodologías, competencias y criterios de inclusión dentro de una propuesta educativa coherente.

1.4.3. Espacios físicos, virtuales y aumentados de aprendizaje

Los espacios de aprendizaje contemporáneos ya no pueden definirse únicamente por las paredes del aula porque la actividad educativa se distribuye entre ambientes físicos, plataformas, comunidades en línea y recursos inteligentes, transformación que la OECD (2023) vincula con la construcción de ecosistemas digitales donde diferentes componentes institucionales deben interoperar para ofrecer continuidad a estudiantes y docentes y evitar que cada herramienta funcione como una isla tecnológica separada del proceso formativo.

El espacio físico conserva un valor insustituible para interacción social, experimentación, acompañamiento y construcción de comunidad, por lo que la educación aumentada no pretende eliminarlo sino reorganizarlo para favorecer colaboración, investigación y producción, principio compatible con UNESCO (2024), que recomienda utilizar tecnología para apoyar una educación basada en interacción humana y no para reemplazarla cuando la presencia y el vínculo aportan valor pedagógico.

Los espacios virtuales amplían acceso y flexibilidad al permitir que materiales, conversaciones y actividades permanezcan disponibles más allá del horario presencial, aunque requieren diseño de presencia docente, organización y participación para evitar experiencias fragmentadas, mientras Camacho Marín et al. (2024) muestran que las

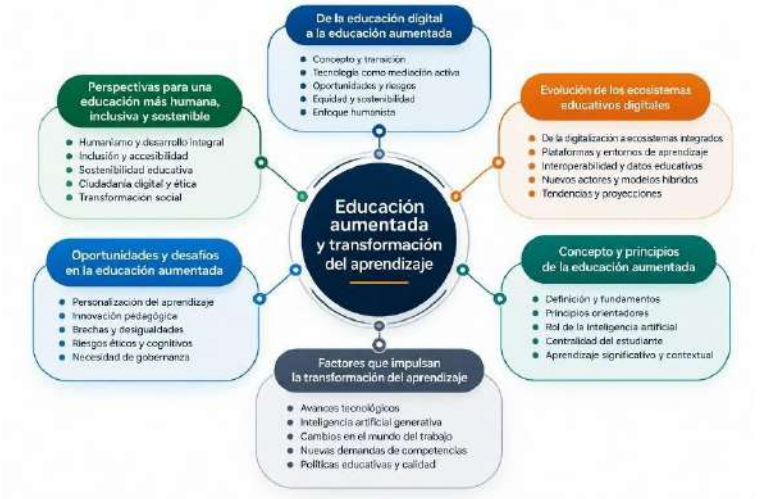
plataformas digitales pueden favorecer habilidades del siglo XXI cuando se utilizan como ambientes de colaboración y aprendizaje y no únicamente como repositorios de documentos.

Los espacios aumentados aparecen cuando elementos digitales se integran con el entorno físico mediante dispositivos móviles, realidad aumentada, sensores o sistemas contextuales, configuración que permite vincular información con lugares, objetos y experiencias concretas, mientras Basumatary y Maity (2023) documentan aplicaciones de realidad aumentada en educación primaria y señalan su capacidad para crear ambientes interactivos que requieren todavía investigación y diseño cuidadoso.

La articulación entre espacios debe responder a una lógica pedagógica de continuidad, de modo que cada entorno realice aquello para lo que ofrece mejores condiciones y que el estudiante pueda trasladar conocimientos entre experiencias, enfoque que Camacho Marín et al. (2026) relacionan con educación híbrida y aprendizaje basado en tecnologías emergentes al proponer modelos flexibles donde presencialidad y digitalidad se complementan en lugar de competir.

La accesibilidad debe considerarse desde el diseño porque un espacio aumentado puede incorporar barreras visuales, motoras, económicas o cognitivas si depende de dispositivos específicos o interfaces poco inclusivas, de ahí que UNESCO (2024) insista en que la tecnología educativa debe analizarse desde equidad y sostenibilidad y que la OECD (2023) vincule la efectividad de los ecosistemas digitales con infraestructura, competencias y políticas capaces de garantizar oportunidades de uso significativas.

Figura 1



Educación aumentada y transformación del aprendizaje: fundamentos, oportunidades y nuevos ecosistemas educativos

El futuro de los espacios educativos dependerá menos de elegir entre aula física o plataforma virtual que de construir ambientes conectados donde cada estudiante pueda investigar, colaborar, crear y reflexionar mediante recursos adecuados a la tarea, visión coherente con Camacho Marín et al. (2026), quienes describen la neuropedagogía digital como una convergencia entre neurociencia, pedagogía e inteligencia artificial orientada a ecosistemas que potencien autonomía, creatividad, pensamiento crítico y desarrollo integral.

CAPÍTULO II

NEUROCIENCIA, COGNICIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

2.1. El cerebro que aprende en la era de la inteligencia artificial

El cerebro humano aprende mediante procesos dinámicos de reorganización que dependen de la experiencia, la práctica, el contexto y la interacción social, por ello la llegada de la inteligencia artificial no modifica la naturaleza básica del aprendizaje pero sí transforma las condiciones en las que las personas buscan información, reciben retroalimentación y resuelven problemas, situación que exige interpretar la innovación tecnológica desde una perspectiva neuroeducativa prudente y basada en evidencia, evitando atribuir a las herramientas digitales efectos cerebrales automáticos que la investigación no ha demostrado (Camacho Marín et al., 2026).

La inteligencia artificial introduce un entorno cognitivo caracterizado por disponibilidad inmediata de explicaciones, generación de alternativas y asistencia durante tareas complejas, capacidades que pueden ampliar determinadas oportunidades de aprendizaje siempre que el estudiante continúe realizando los procesos intelectuales esenciales para comprender, recordar y transferir lo aprendido, pues la evidencia reciente sobre IA educativa muestra beneficios potenciales junto con riesgos de descarga

cognitiva excesiva cuando la herramienta reemplaza operaciones que forman parte del objetivo formativo (Nakamura, 2026).

Desde la neurociencia, aprender implica cambios funcionales y estructurales asociados con la experiencia, aunque estos cambios no deben interpretarse mediante simplificaciones que identifiquen una actividad educativa con una región cerebral aislada, por ello la educación aumentada requiere integrar conocimientos sobre plasticidad, atención, memoria y funciones ejecutivas dentro de diseños pedagógicos que respeten la complejidad del cerebro y que utilicen la tecnología como mediación en lugar de presentarla como explicación suficiente del aprendizaje.

Los ambientes mediados por inteligencia artificial pueden modificar la distribución del esfuerzo cognitivo porque permiten externalizar operaciones como búsqueda, síntesis, organización o generación inicial de ideas, proceso que no es necesariamente negativo si libera recursos para actividades de mayor nivel, aunque puede convertirse en una forma de dependencia cuando el estudiante deja de practicar habilidades que todavía necesita consolidar, distinción que Nakamura (2026) formula mediante un continuo entre descarga periférica que aumenta el aprendizaje y descarga constitutiva que puede erosionarlo.

El cerebro que aprende en la era de la inteligencia artificial necesita por tanto una pedagogía capaz de regular la relación entre asistencia y esfuerzo, debido a que facilitar una tarea no equivale automáticamente a facilitar el aprendizaje, especialmente cuando la solución aparece antes de que el estudiante haya activado conocimientos previos, formulado hipótesis o intentado resolver el problema, razón

por la cual proponen una neuropedagogía digital que preserve el esfuerzo cognitivo, la autonomía y la autorregulación.

La comprensión neuroeducativa también obliga a reconocer diferencias individuales relacionadas con desarrollo, experiencia, conocimientos previos, motivación y contexto, factores que influyen en la manera en que una persona responde a la tecnología y que impiden asumir que una misma herramienta producirá efectos equivalentes en todos los estudiantes, consideración coherente con la literatura sobre neuroplasticidad y aprendizaje, donde la reorganización neural depende de la naturaleza, intensidad y duración de la experiencia y no simplemente de la exposición a un estímulo tecnológico (Li et al., 2014).

En consecuencia, estudiar el cerebro que aprende en la era de la inteligencia artificial implica analizar una relación entre capacidades biológicas, experiencias educativas y mediaciones tecnológicas sin caer en determinismos, perspectiva desde la cual la IA puede convertirse en una extensión funcional para explorar, comparar y crear mientras la pedagogía conserva la responsabilidad de asegurar que atención, memoria, razonamiento y metacognición continúen participando activamente en la construcción del conocimiento (Nakamura, 2026).

2.1.1. Neuroplasticidad y construcción del aprendizaje

La neuroplasticidad describe la capacidad del sistema nervioso para modificar su organización funcional y

estructural en respuesta a la experiencia, el entrenamiento y determinadas condiciones ambientales, propiedad que constituye una base biológica del aprendizaje pero que no debe convertirse en una explicación simplificada de cualquier cambio educativo, pues la evidencia muestra que las modificaciones asociadas con la experiencia varían según la tarea, la intensidad de la práctica, la edad, el nivel de dominio y las diferencias individuales (Li et al., 2014).

Desde una perspectiva pedagógica, la plasticidad permite comprender que el aprendizaje requiere participación activa y repetición significativa, porque las experiencias sostenidas contribuyen a consolidar redes y estrategias que posteriormente facilitan la recuperación y transferencia del conocimiento, razón por la cual la educación aumentada debería utilizar la inteligencia artificial para diversificar prácticas, ofrecer retroalimentación y generar oportunidades de aplicación sin eliminar la necesidad de que el estudiante procese y reconstruya activamente aquello que aprende.

La investigación contemporánea también muestra que la plasticidad puede observarse en procesos de aprendizaje motor y en interacciones humano–máquina, como evidencia el estudio de Liu et al. (2024) sobre entrenamiento con un dedo robótico supernumerario activado mediante interfaz cerebro–computadora, cuyos resultados examinan mecanismos longitudinales de neuroplasticidad y generalización, hallazgo que ilustra el potencial de nuevas tecnologías para estudiar cómo el cerebro incorpora experiencias novedosas sin justificar por sí mismo aplicaciones educativas generalizadas.

En el ámbito educativo resulta importante diferenciar plasticidad de maleabilidad ilimitada, porque el cerebro no cambia de manera uniforme ni cualquier intervención produce automáticamente mejoras duraderas, de modo que expresiones populares como entrenar una zona cerebral o activar completamente el cerebro carecen de la precisión necesaria para orientar decisiones pedagógicas, enfoque crítico incorporan al abordar la relación entre neurociencia, aprendizaje y transformación educativa desde una perspectiva integradora.

La inteligencia artificial puede favorecer experiencias repetidas y graduadas mediante ejercicios adaptativos, simulaciones y retroalimentación inmediata, aunque el principio neuroeducativo relevante no reside en la tecnología sino en la calidad de la práctica que facilita, por ello un sistema aumenta el aprendizaje cuando promueve recuperación, elaboración, comparación y transferencia mientras puede empobrecerlo si reduce la actividad a respuestas automáticas o permite completar tareas sin comprender los procesos que las sustentan (Nakamura, 2026).

La plasticidad también permite explicar por qué el aprendizaje permanece abierto a lo largo de la vida, aunque sus manifestaciones y condiciones cambian con el desarrollo, perspectiva particularmente relevante ante escenarios donde las personas deberán actualizar competencias de manera continua frente a transformaciones tecnológicas, por lo que Camacho Marín, et al., (2026) vinculan aprendizaje permanente, tecnologías emergentes y desarrollo de competencias dentro de una educación preparada para contextos cambiantes.

Comprender la neuroplasticidad dentro de la educación aumentada significa finalmente reconocer que la tecnología puede modificar las experiencias disponibles pero que es la participación del estudiante en actividades cognitivamente significativas la que convierte esas experiencias en aprendizaje, principio que desplaza el interés desde la novedad del dispositivo hacia la calidad del proceso pedagógico y que permite integrar neurociencia e inteligencia artificial sin confundir correlaciones neurales con recetas didácticas universales (Li et al., 2014).

2.1.2. Atención, memoria y funciones ejecutivas

La atención permite seleccionar información relevante entre múltiples estímulos mientras la memoria posibilita codificar, mantener y recuperar conocimientos y las funciones ejecutivas contribuyen a planificar, inhibir respuestas, actualizar información y cambiar de estrategia, conjunto de procesos estrechamente relacionados con el aprendizaje y especialmente importantes en ambientes digitales donde el estudiante debe gestionar simultáneamente recursos, notificaciones, enlaces y herramientas inteligentes.

Los ambientes tecnológicos pueden favorecer la atención cuando reducen barreras, presentan información de manera organizada o proporcionan retroalimentación oportuna, pero también pueden fragmentarla cuando multiplican estímulos irrelevantes o promueven cambios constantes entre tareas, por lo que la calidad del diseño resulta más importante que la presencia de pantallas, consideración respaldada por Bal, et al., (2024), cuya

revisión sistemática examina relaciones entre tiempo de pantalla, desarrollo del lenguaje y función ejecutiva.

La memoria de trabajo desempeña un papel decisivo cuando el estudiante necesita mantener información mientras resuelve un problema, compara alternativas o integra ideas, por ello una interfaz sobrecargada puede consumir recursos que deberían destinarse al contenido mientras una herramienta bien diseñada puede externalizar elementos secundarios y liberar capacidad para el razonamiento, distinción compatible con el marco de descarga cognitiva propuesto por Nakamura (2026), donde la utilidad depende de qué operaciones se delegan y cuáles constituyen el aprendizaje buscado.

La memoria a largo plazo no se construye simplemente mediante exposición repetida a información sino mediante procesos de elaboración, recuperación y conexión con conocimientos previos, de modo que la disponibilidad inmediata de respuestas generadas por IA puede ser útil para explorar conceptos pero no sustituye la necesidad de recuperar y utilizar conocimientos sin asistencia cuando se pretende consolidar una competencia, razón por la cual destacan la importancia de preservar esfuerzo cognitivo y autorregulación.

Las funciones ejecutivas adquieren especial relevancia en la educación aumentada porque permiten decidir cuándo utilizar una herramienta, inhibir la tentación de aceptar una respuesta inmediata y mantener el objetivo de aprendizaje durante una actividad, capacidades que pueden verse favorecidas mediante tareas donde el estudiante planifique, justifique y revise sus decisiones en lugar de limitarse a producir un resultado final, enfoque coherente

con la propuesta de alfabetización en descarga cognitiva formulada por Nakamura (2026).

La relación entre atención, memoria y tecnología tampoco debe interpretarse de manera exclusivamente negativa, pues determinadas experiencias digitales cuidadosamente diseñadas pueden fortalecer habilidades específicas, como muestra Franceschini et al. (2024) al encontrar mejoras sostenidas en conciencia fonémica después de entrenamiento con videojuegos de acción en prelectores con riesgo de dislexia, resultado que evidencia la importancia de analizar intervenciones concretas en lugar de atribuir efectos generales a toda experiencia digital.

Una pedagogía aumentada debe por tanto diseñar ambientes que protejan la atención, reduzcan carga extrínseca innecesaria, promuevan recuperación activa y exijan control ejecutivo sobre el uso de herramientas, articulación que permite aprovechar la tecnología sin debilitar procesos cognitivos fundamentales y que coincide al situar atención, memoria, autorregulación y pensamiento crítico dentro de una arquitectura neuroeducativa centrada en el aprendizaje humano.

2.1.3. Procesamiento cognitivo en ambientes digitalizados

El procesamiento cognitivo en ambientes digitalizados ocurre dentro de una ecología informacional caracterizada por acceso rápido, múltiples formatos y posibilidad de interacción constante, condiciones que pueden ampliar las fuentes disponibles para aprender pero también incrementar la necesidad de seleccionar, integrar y

verificar información, por ello la competencia central ya no consiste solamente en localizar contenidos sino en construir representaciones coherentes a partir de recursos diversos sin perder el propósito de la tarea.

La digitalización modifica la manera en que distribuimos determinadas operaciones entre memoria interna y recursos externos, fenómeno conocido como descarga cognitiva que puede ser funcional cuando libera capacidad para tareas de mayor nivel pero problemático cuando sustituye procesos esenciales para adquirir una habilidad, distinción que Nakamura (2026) desarrolla al proponer que el efecto educativo de la inteligencia artificial depende de la partición del trabajo cognitivo entre estudiante y máquina.

Los sistemas generativos intensifican esta dinámica porque ya no solamente almacenan información sino que pueden sintetizarla, reorganizarla y producir respuestas completas, de manera que el estudiante puede pasar de buscar datos a delegar estructuras argumentativas o soluciones, situación que Khalid, et al., (2026) analizan al revisar eficiencia, compromiso y descarga cognitiva en educación y que obliga a diseñar usos donde la ganancia de tiempo se convierta en mayor profundidad intelectual.

El procesamiento digital también depende de la calidad de las interfaces y de la coherencia entre texto, imagen, sonido e interacción, porque presentar más información no significa proporcionar mejores condiciones para aprender, razón por la cual una educación aumentada debería reducir elementos irrelevantes, secuenciar la complejidad y permitir que el estudiante controle el ritmo cuando la tarea lo requiera, principios consistentes con la

orientación neurocognitiva desarrollada por Camacho Marín, et al., (2026).

En ambientes digitalizados la verificación se convierte en una operación cognitiva esencial debido a que la fluidez de una respuesta automatizada puede generar una sensación de comprensión superior a la realmente alcanzada, preocupación que Dave (2026) formula como posible ilusión de aprendizaje al señalar que las mejoras de desempeño asistido pueden coexistir con debilidades de retención, transferencia o calibración metacognitiva cuando el uso de IA carece de estructura.

El procesamiento profundo puede favorecerse cuando las herramientas digitales obligan a comparar perspectivas, explicar decisiones y reconstruir información en lugar de limitarse a consumirla, de modo que una estrategia pedagógica pertinente consiste en solicitar una respuesta inicial propia, confrontarla posteriormente con una salida generada por IA y finalizar con una versión argumentada que documente cambios, procedimiento alineado con la propuesta de Camacho Marín y Primera Cuauro (2026) sobre inteligencia artificial, competencias digitales y pensamiento crítico.

En síntesis, los ambientes digitalizados no determinan por sí mismos la profundidad del aprendizaje, sino que modifican las condiciones bajo las cuales se distribuye la actividad cognitiva, por ello la educación aumentada debe diseñar una relación deliberada entre recursos externos y procesamiento interno que permita aprovechar velocidad, accesibilidad y generación automática sin renunciar a comprensión, memoria, juicio y transferencia, criterio convergente con Nakamura (2026).

2.2. Neuroeducación para una educación aumentada

La neuroeducación puede comprenderse como un espacio interdisciplinario donde hallazgos de neurociencia, psicología cognitiva y ciencias de la educación dialogan para comprender mejor las condiciones que favorecen el aprendizaje, aunque su aplicación requiere cautela porque la distancia entre un resultado experimental y una decisión didáctica impide convertir observaciones cerebrales en recetas directas para el aula, principio que Camacho Marín et al. (2026) sitúan como fundamento de una neuropedagogía digital científicamente responsable.

En una educación aumentada, la neuroeducación aporta criterios para evaluar si una tecnología favorece procesos como atención, recuperación, elaboración, motivación o autorregulación en lugar de valorar la herramienta únicamente por su novedad, de modo que el centro de análisis se desplaza desde lo que puede hacer el sistema hacia aquello que ocurre con el estudiante mientras aprende, perspectiva que permite integrar inteligencia artificial sin asumir que automatización y personalización equivalen necesariamente a mejores resultados.

El aporte neuroeducativo también consiste en combatir neuromitos y simplificaciones que suelen acompañar la innovación, pues afirmaciones sobre estilos de aprendizaje cerebrales, hemisferios dominantes o porcentajes limitados de uso del cerebro pueden adquirir apariencia científica sin disponer de respaldo suficiente, por ello la formación docente necesita desarrollar alfabetización

neurocientífica capaz de diferenciar evidencia, interpretación y extrapolación pedagógica.

La convergencia entre neuroeducación e inteligencia artificial abre oportunidades para diseñar apoyos más sensibles a las necesidades del estudiante, aunque cualquier personalización debe considerar que los datos conductuales o fisiológicos representan aproximaciones parciales y no lecturas completas del estado mental, razón por la cual García-Martínez et al. (2023) destacan tanto las posibilidades de la neurotecnología educativa como los desafíos relacionados con ética, formación institucional y gestión de recursos.

La educación aumentada necesita además reconocer que emoción, motivación, curiosidad y relaciones sociales forman parte del aprendizaje y no constituyen elementos periféricos, por ello una tecnología que optimiza respuestas, pero reduce autonomía o sentido puede ser menos educativa que una experiencia aparentemente menos eficiente que favorece exploración, diálogo y perseverancia, consideración coherente con el enfoque humanista de Camacho Marín et al. (2026).

El conocimiento neuroeducativo debe utilizarse para enriquecer el diseño y no para etiquetar estudiantes, porque interpretar diferencias individuales como perfiles cerebrales fijos contradice la propia noción de plasticidad y puede generar expectativas limitantes, de modo que una educación aumentada responsable emplea información para ampliar oportunidades y ajustar apoyos mientras mantiene abierta la posibilidad de desarrollo mediante práctica, acompañamiento y experiencias significativas.

Por tanto, la neuroeducación aplicada a la educación aumentada debe funcionar como puente crítico entre evidencia científica y práctica pedagógica, integrando conocimientos sobre cerebro y cognición con objetivos educativos, tecnologías y principios éticos, orientación que sintetizan al proponer una relación entre neurociencia, pedagogía e inteligencia artificial donde la tecnología amplifica capacidades sin sustituir el esfuerzo cognitivo ni la mediación humana.

2.2.1. Principios neurocientíficos aplicados al aprendizaje

Los principios neurocientíficos aplicados al aprendizaje deben formularse con prudencia porque la educación ocurre en niveles de análisis que incluyen procesos cognitivos, sociales y culturales además de actividad cerebral, por ello la utilidad de la neurociencia consiste en complementar y no reemplazar conocimientos pedagógicos, perspectiva que otros autores adoptan al integrar evidencia neurocognitiva con diseño didáctico y tecnología dentro de una propuesta que evita reducir el aprendizaje a mecanismos biológicos aislados.

Un primer principio corresponde a la plasticidad dependiente de la experiencia, según la cual la práctica y el aprendizaje pueden asociarse con modificaciones funcionales y estructurales, aunque la dirección y magnitud de esos cambios dependen de múltiples variables, como demuestra la literatura sobre aprendizaje de segundas lenguas revisada por Li et al. (2014), donde edad, competencia, intensidad y características individuales influyen en las transformaciones observadas.

Un segundo principio reconoce que la atención es limitada y selectiva, por lo que los ambientes educativos necesitan priorizar información relevante y reducir distractores innecesarios, consideración especialmente importante en plataformas y experiencias inmersivas donde la abundancia de estímulos puede competir con el objetivo de aprendizaje, de ahí que una educación aumentada deba diseñar tecnología que organice y focalice en lugar de multiplicar indiscriminadamente elementos interactivos.

Un tercer principio se relaciona con la memoria y la necesidad de recuperar, elaborar y conectar conocimientos, porque aprender no consiste en mantener información disponible externamente sino en construir representaciones que puedan utilizarse posteriormente, razón por la cual la asistencia de IA debería alternarse con momentos donde el estudiante explique, recuerde y resuelva sin apoyo, evitando que el desempeño asistido sea confundido con aprendizaje consolidado (Dave, 2026).

Un cuarto principio corresponde a la importancia del error y la retroalimentación, debido a que comparar una respuesta con criterios, detectar discrepancias y ajustar estrategias contribuye a la regulación del aprendizaje, por ello los sistemas inteligentes pueden ser valiosos cuando proporcionan orientación que conduce a una nueva elaboración, pero menos útiles cuando entregan directamente la solución y eliminan la oportunidad de analizar el proceso que produjo la dificultad.

Un quinto principio reconoce la interacción entre cognición, emoción y motivación, lo que significa que las experiencias educativas deben considerar relevancia, desafío y sentido además de precisión técnica, perspectiva que otros

autores vinculan con una comprensión integral del aprendizaje y que adquiere particular importancia cuando los sistemas adaptativos pueden personalizar actividades sin comprender plenamente la historia, las relaciones y los significados que movilizan a una persona.

La aplicación responsable de estos principios exige finalmente traducir evidencia en decisiones pedagógicas contrastables y revisables, evitando presentar la neurociencia como fuente de autoridad incuestionable, de modo que cada propuesta tecnológica debería justificar qué proceso pretende favorecer, qué evidencia respalda esa decisión y cómo se evaluará su efecto, criterio coherente con García-Martínez et al. (2023), quienes reclaman más investigación empírica y consideración ética en el uso educativo de neurotecnologías.

2.2.2. Emoción, motivación y curiosidad como motores cognitivos

La emoción participa en la manera en que las personas asignan relevancia a las experiencias y orientan su atención, mientras la motivación influye en la disposición para iniciar, sostener y regular el esfuerzo, por ello ambas dimensiones forman parte de la arquitectura del aprendizaje y no deben tratarse como elementos decorativos, desarrollan al vincular procesos neurocognitivos con experiencias educativas significativas y contextualizadas.

La curiosidad constituye una disposición hacia la exploración de aquello que todavía no se comprende y puede convertirse en un motor pedagógico cuando el diseño crea preguntas auténticas antes de proporcionar respuestas,

cuestión especialmente importante en la era de la inteligencia artificial porque un sistema generativo puede resolver inmediatamente la incertidumbre que debería movilizar investigación, de modo que la tecnología necesita utilizarse para ampliar la exploración y no para cerrar prematuramente el proceso cognitivo.

La motivación también se relaciona con la percepción de autonomía y competencia, por lo que una herramienta que permite ajustar apoyos y recibir retroalimentación puede fortalecer la participación cuando ayuda al estudiante a progresar, aunque puede producir el efecto contrario si transforma el aprendizaje en una secuencia de instrucciones automatizadas donde las decisiones personales pierden relevancia, tensión que exige diseñar personalización con opciones y no solamente con recomendaciones algorítmicas.

Las emociones asociadas con seguridad, pertenencia y confianza pueden facilitar la participación mientras experiencias de amenaza o exposición pueden reducirla, por ello la incorporación de analítica, monitoreo o neurotecnología debe considerar cómo se siente el estudiante al saber que determinados comportamientos o señales están siendo registrados, preocupación ética que García-Martínez et al. (2023) identifican al revisar neurotecnologías educativas y que conecta privacidad con calidad de la experiencia formativa.

La inteligencia artificial puede utilizarse para generar retos, escenarios y preguntas ajustadas al nivel del estudiante, creando oportunidades para mantener curiosidad mediante una dificultad manejable, pero el docente continúa siendo fundamental para interpretar intereses, reconocer

emociones y construir sentido, porque los patrones de interacción no equivalen a una comprensión completa de la experiencia humana, principio coherente con la visión humanista de la neuropedagogía digital propuesta por Camacho Marín et al. (2026).

La motivación sostenida requiere además que el estudiante comprenda el propósito de aquello que aprende y perciba posibilidades reales de progreso, por lo que las tecnologías aumentadas deberían hacer visible la trayectoria sin reducirla a puntuaciones o recompensas externas, de manera que paneles, asistentes y sistemas adaptativos funcionen como instrumentos de autorregulación y no como mecanismos de control que desplacen el interés por comprender.

En una educación aumentada, emoción, motivación y curiosidad deben integrarse mediante experiencias que provoquen preguntas, permitan elegir, ofrezcan retroalimentación y conecten el conocimiento con problemas significativos, configuración que evita utilizar la neurociencia como estrategia de persuasión y la convierte en un fundamento para diseñar ambientes más humanos, enfoque consistente con Camacho Marín et al. (2026) y con la necesidad de preservar agencia y bienestar durante la transformación tecnológica.

2.2.3. Metacognición y autorregulación del aprendizaje

La metacognición permite observar y regular el propio pensamiento mediante procesos de planificación, monitoreo y evaluación, mientras la autorregulación amplía

esta capacidad hacia la gestión de estrategias, esfuerzo y comportamiento, competencias que adquieren especial importancia en ambientes con inteligencia artificial porque el estudiante necesita decidir qué apoyo solicitar, cuánto confiar en él y cuándo continuar trabajando con sus propios recursos.

Los sistemas generativos pueden apoyar la metacognición cuando formulan preguntas, ofrecen criterios o permiten comparar alternativas, pero también pueden reducirla cuando proporcionan respuestas completas antes de que el estudiante evalúe qué sabe y qué necesita, por ello Dave (2026) advierte que el uso no estructurado de IA puede generar una ilusión de aprendizaje donde el desempeño asistido supera la comprensión y la calibración real del aprendiz.

La autorregulación requiere distinguir entre descarga cognitiva estratégica y dependencia, porque externalizar una operación secundaria puede liberar recursos para un objetivo más complejo mientras delegar el núcleo de la tarea impide practicar la habilidad que se pretende adquirir, distinción central en el marco de Nakamura (2026), quien propone convertir la regulación de la descarga cognitiva en una dimensión de alfabetización en inteligencia artificial.

La evidencia también muestra que metacognición y descarga cognitiva pueden interactuar de manera productiva bajo determinadas condiciones, pues Iqbal et al. (2025) encontraron asociaciones entre uso de herramientas generativas, metacognición compartida, descarga cognitiva y logro académico en futuros docentes, resultados que invitan a superar interpretaciones binarias y a estudiar cómo

el diseño de la actividad determina si la IA complementa o reemplaza el pensamiento.

Una estrategia pedagógica para fortalecer metacognición consiste en solicitar al estudiante que registre qué parte de una tarea realizó sin ayuda, en qué momento recurrió a la IA, qué información aceptó o rechazó y qué aprendió del contraste, procedimiento que transforma el uso tecnológico en objeto de reflexión y que coincide con Camacho Marín y Primera Cuauro (2026) al vincular inteligencia artificial generativa con competencias digitales y pensamiento crítico.

La retroalimentación metacognitiva debería orientarse a procesos y no solamente a resultados, preguntando por estrategias, nivel de confianza y razones de una decisión, de modo que la inteligencia artificial pueda contribuir mediante prompts de reflexión mientras el docente analiza patrones y acompaña ajustes, enfoque que permite utilizar analítica sin reducir la autorregulación a indicadores automáticos y que mantiene al estudiante como agente responsable de su aprendizaje.

En consecuencia, metacognición y autorregulación constituyen mecanismos de protección y potenciación dentro de la educación aumentada porque permiten aprovechar asistencia tecnológica sin perder autonomía cognitiva, perspectiva que sitúan entre los fundamentos de la neuropedagogía digital y que Nakamura (2026) refuerza al proponer monitoreo calibrado, verificación disciplinar y reinternalización como componentes de una relación educativa saludable con la IA.

2.3. Inteligencia humana e inteligencia artificial

La inteligencia humana y la inteligencia artificial pueden producir resultados aparentemente semejantes en determinadas tareas pero operan mediante fundamentos diferentes, porque las personas aprenden dentro de cuerpos, relaciones, historias y contextos culturales mientras los sistemas actuales procesan representaciones computacionales y generan salidas a partir de regularidades estadísticas y arquitecturas diseñadas, distinción necesaria para evitar antropomorfizar la tecnología y para definir con precisión qué funciones conviene delegar dentro de una educación aumentada.

La comparación tampoco debe plantearse exclusivamente como competencia, porque el interés educativo reside en comprender qué capacidades pueden complementarse, de modo que la velocidad para procesar grandes cantidades de información puede combinarse con juicio contextual, responsabilidad y construcción humana de significado, perspectiva que utilizan para defender una relación donde la inteligencia artificial amplifica determinadas operaciones sin convertirse en sustituto de la autonomía intelectual.

Los sistemas generativos pueden producir explicaciones, argumentos y soluciones que imitan formas del lenguaje humano, aunque esta fluidez no garantiza comprensión en el sentido experiencial que caracteriza a las personas, por lo que la educación necesita enseñar a distinguir desempeño observable de atribuciones sobre

conciencia, intención o comprensión, precaución particularmente importante cuando estudiantes comienzan a relacionarse con asistentes conversacionales como si fueran autoridades epistémicas.

La inteligencia humana integra emoción, motivación, memoria autobiográfica, percepción corporal y relaciones sociales dentro de procesos de decisión que no pueden reducirse a la velocidad de cálculo, mientras la IA ofrece consistencia, escalabilidad y capacidad de procesamiento que pueden resultar útiles para apoyar tareas, de manera que el valor de la colaboración surge precisamente de reconocer diferencias y diseñar una distribución funcional del trabajo cognitivo en lugar de intentar convertir una forma de inteligencia en copia de la otra.

La educación aumentada debe preservar espacios donde el estudiante construya explicaciones propias antes de consultar sistemas automáticos, porque la comparación entre una representación interna y una propuesta externa puede generar aprendizaje mientras la sustitución inmediata elimina información valiosa sobre errores, dudas y estrategias, principio que Nakamura (2026) expresa al diferenciar operaciones periféricas de operaciones constitutivas dentro del objetivo de aprendizaje.

Esta relación plantea también preguntas sobre responsabilidad, debido a que una decisión apoyada por IA continúa teniendo consecuencias humanas y no debería diluir la autoría ni la obligación de verificar, por ello el estudiante necesita comprender que utilizar una herramienta no transfiere automáticamente la responsabilidad por aquello que entrega, criterio coherente con UNESCO (2023) y con la orientación ética de Camacho Marín et al. (2026).

En síntesis, inteligencia humana e inteligencia artificial deben estudiarse como sistemas diferentes capaces de interactuar dentro de configuraciones complementarias, donde la máquina puede ampliar acceso, cálculo y generación mientras la persona conserva propósito, juicio, interpretación y responsabilidad, marco que permite avanzar hacia una educación aumentada sin confundir automatización con inteligencia humana ni convertir la tecnología en medida del valor cognitivo de las personas.

2.3.1. Cognición humana frente a cognición artificial

La cognición humana emerge de un organismo que percibe, actúa, recuerda y se relaciona con otros dentro de contextos históricos y culturales, mientras la cognición artificial depende de sistemas construidos para procesar datos y optimizar tareas según arquitecturas y objetivos definidos, diferencia que impide establecer equivalencias simples entre ambos procesos y que obliga a utilizar con cuidado términos como comprender, razonar o aprender cuando se aplican a sistemas tecnológicos.

Los modelos generativos pueden producir lenguaje coherente y resolver múltiples tareas sin experimentar el mundo de la misma manera que una persona, por ello una respuesta convincente no demuestra por sí sola comprensión humana ni garantiza que el contenido sea verdadero, situación que convierte la verificación en una competencia educativa central y que justifica mantener supervisión humana sobre resultados utilizados en contextos académicos.

La cognición humana se caracteriza además por una memoria vinculada con experiencias y significados personales, mientras los sistemas artificiales procesan representaciones construidas a partir de datos y parámetros, de modo que el estudiante aporta una dimensión contextual que la herramienta no posee plenamente, razón por la cual una educación aumentada debe enseñar a complementar información generada con conocimiento situado y criterios disciplinares.

La capacidad artificial para mantener consistencia y procesar grandes volúmenes de información puede superar a una persona en operaciones específicas, pero la cognición humana posee flexibilidad para redefinir problemas, incorporar valores y comprender consecuencias dentro de relaciones sociales, de manera que comparar ambas inteligencias mediante una escala única oculta las diferencias funcionales que precisamente permiten construir colaboraciones productivas.

El riesgo educativo aparece cuando la apariencia de competencia del sistema conduce al estudiante a transferirle autoridad epistémica sin evaluación, proceso relacionado con la descarga cognitiva y la dependencia analizadas por Nakamura (2026), quien sostiene que la alfabetización en IA debe incluir capacidad para discernir qué operaciones pueden delegarse y cuáles necesitan permanecer bajo control del aprendiz para preservar adquisición y mantenimiento de habilidades.

Una comparación pedagógicamente útil debe preguntar qué tipo de actividad realiza mejor cada agente y cómo puede organizarse la interacción para aumentar el aprendizaje, evitando tanto discursos que presentan la IA

como sustituto general de la cognición humana como posturas que desconocen su utilidad para explorar información, generar alternativas o automatizar tareas periféricas, enfoque convergente con Camacho Marín et al. (2026).

Comprender la diferencia entre cognición humana y artificial permite finalmente diseñar una relación más responsable con la tecnología, porque el estudiante puede utilizarla como herramienta de contraste sin atribuirle conciencia, intención o autoridad absoluta, perspectiva que fortalece autonomía y pensamiento crítico y que constituye una condición necesaria para que la educación aumentada conserve al ser humano como centro de decisión.

2.3.2. Inteligencia híbrida y colaboración humano–IA

La inteligencia híbrida describe configuraciones donde capacidades humanas y artificiales se combinan para resolver tareas mediante una distribución complementaria de funciones, perspectiva especialmente relevante para la educación porque permite superar la pregunta sobre quién es más inteligente y concentrarse en cómo organizar la interacción para que el estudiante alcance resultados que impliquen mayor comprensión, creatividad y capacidad de decisión.

Una colaboración humano–IA productiva puede comenzar con generación de alternativas por parte del sistema y continuar con selección, contraste y justificación humana, secuencia que utiliza velocidad computacional sin transferir el juicio final, mientras una colaboración pobre

ocurre cuando el estudiante acepta la primera respuesta y se limita a presentarla como propia, diferencia que explica mediante la ubicación de cada operación dentro del objetivo cognitivo de la tarea.

La inteligencia híbrida requiere alfabetización porque colaborar con un sistema implica comprender sus fortalezas, limitaciones y posibles errores, de modo que la competencia no consiste solamente en formular prompts sino en verificar resultados, reconocer incertidumbre y decidir cuándo la asistencia deja de ser conveniente, principios que Camacho Marín y Primera Cuauro (2026) relacionan con pensamiento crítico y competencias digitales dentro de la educación mediada por inteligencia artificial generativa.

El docente también participa en configuraciones híbridas cuando utiliza IA para producir borradores, organizar información o explorar alternativas y posteriormente aplica conocimiento pedagógico para contextualizar y decidir, práctica que puede aumentar eficiencia siempre que la reducción de carga operativa se traduzca en mayor tiempo para acompañamiento, diseño y retroalimentación, en lugar de transferir decisiones educativas sensibles a sistemas que no conocen plenamente a los estudiantes.

La colaboración puede extenderse a grupos donde estudiantes y sistemas inteligentes actúan como recursos dentro de una comunidad de investigación, pero el diseño debe mantener responsabilidades claras para evitar que la herramienta concentre la producción intelectual, por ello conviene asignar funciones diferenciadas como proponer, cuestionar, verificar, sintetizar y defender, creando una

arquitectura donde el resultado final dependa de interacciones humanas significativas.

La inteligencia híbrida plantea asimismo desafíos de autoría y trazabilidad porque cuanto mayor sea la participación de un sistema generativo más importante resulta documentar cómo se utilizó, qué decisiones tomó la persona y qué modificaciones realizó, práctica que protege integridad académica y permite evaluar competencias reales, enfoque consistente con la orientación humanista y ética defendida por UNESCO (2023).

En una educación aumentada, la inteligencia híbrida debe concebirse como colaboración regulada y no como fusión indiscriminada, donde la IA asume operaciones que amplían posibilidades mientras la persona mantiene propósito, interpretación, responsabilidad y capacidad para reconstruir el conocimiento sin dependencia permanente, criterio que articula la neuropedagogía digital con el marco de regulación de descarga cognitiva propuesto por Nakamura (2026).

2.3.3. Delegación cognitiva y riesgo de dependencia tecnológica

La delegación cognitiva ocurre cuando una persona utiliza recursos externos para realizar operaciones que de otro modo requerirían memoria, cálculo, organización o razonamiento interno, fenómeno anterior a la inteligencia artificial pero intensificado por sistemas generativos capaces de producir soluciones completas, por lo que el problema educativo no consiste en eliminar toda descarga sino en determinar cuándo libera recursos de manera estratégica y

cuándo sustituye el proceso que el estudiante necesita aprender (Nakamura, 2026).

Una delegación funcional puede consistir en utilizar la IA para reorganizar información ya comprendida, generar ejemplos adicionales o automatizar una tarea periférica, mientras una delegación problemática aparece cuando el sistema formula el argumento, resuelve el procedimiento o toma la decisión que constituía precisamente el objetivo formativo, distinción que permite evaluar la tecnología desde el aprendizaje y no únicamente desde la eficiencia.

La dependencia puede desarrollarse cuando el estudiante deja de intentar resolver tareas sin asistencia y comienza a experimentar inseguridad ante actividades que anteriormente podía afrontar, proceso que Roy y Jony (2026) describen mediante narrativas estudiantiles asociadas con compromiso superficial, menor autorregulación del esfuerzo y creciente dependencia del pensamiento asistido, aunque sus resultados cualitativos deben interpretarse dentro del contexto específico de la muestra estudiada.

La investigación reciente también muestra que la descarga cognitiva no produce necesariamente consecuencias negativas, pues Iqbal et al. (2025) encontraron asociaciones positivas entre uso de IA generativa, metacognición compartida, descarga cognitiva y logro académico en futuros docentes, evidencia que confirma la necesidad de analizar condiciones de uso y evitar conclusiones universales sobre una práctica cuyo efecto depende del tipo de tarea, el nivel del estudiante y la regulación metacognitiva.

El riesgo de dependencia aumenta cuando las interfaces reducen la fricción hasta convertir la respuesta automática en opción predeterminada, por ello una estrategia educativa consiste en introducir pausas de reflexión, intentos previos, explicación posterior y reconstrucción sin ayuda, mecanismos que Nakamura (2026) denomina procesos de monitoreo, verificación y reinternalización y que permiten mantener las habilidades que podrían erosionarse mediante una externalización continua.

En estudiantes con necesidades específicas, la descarga cognitiva puede cumplir además una función de accesibilidad y apoyo, razón por la cual Seung y Basham (2026) advierten que el debate sobre IA generativa y estudiantes con dificultades de aprendizaje debe considerar simultáneamente oportunidades de participación y riesgos de evitar procesos cognitivos esenciales, perspectiva que refuerza la necesidad de decisiones individualizadas y no prohibiciones generales.

La educación aumentada debe enseñar finalmente una competencia de autonomía tecnológica basada en saber qué delegar, por qué hacerlo y cómo comprobar que la capacidad humana permanece disponible, principio que vinculan con autorregulación y pensamiento crítico y que permite transformar la inteligencia artificial en una extensión consciente del aprendizaje en lugar de una infraestructura de dependencia invisible.

2.4. Neurotecnologías y personalización del aprendizaje

Las neurotecnologías comprenden herramientas capaces de registrar, analizar o intervenir sobre actividad del sistema nervioso mediante procedimientos diversos, campo que históricamente se desarrolló en contextos clínicos y de investigación pero que comienza a proyectarse hacia educación, accesibilidad e interacción humano–máquina, expansión que García-Martínez et al. (2023) analizan al identificar oportunidades educativas junto con importantes desafíos de formación, ética y gestión institucional.

La convergencia entre neurotecnología e inteligencia artificial puede aumentar la capacidad para procesar señales complejas y construir sistemas adaptativos, como ocurre en interfaces cerebro–computadora o aplicaciones de reconocimiento de estados, aunque esta posibilidad no significa que los dispositivos puedan leer de manera transparente pensamientos o emociones, por lo que cualquier interpretación educativa debe reconocer limitaciones técnicas, variabilidad individual y riesgo de inferencias excesivas (Erat et al., 2024).

La personalización basada en datos neurofisiológicos promete ajustar determinadas experiencias según indicadores del usuario, pero su pertinencia educativa todavía requiere evidencia robusta y análisis proporcional del beneficio frente al nivel de intrusión, porque recopilar información cerebral o biométrica introduce riesgos cualitativamente diferentes de registrar respuestas académicas convencionales, consideración que Alipoor y

Pourrashidi (2024) destacan al examinar críticamente investigaciones sobre neurotecnología en educación.

Las aplicaciones con mayor justificación pueden encontrarse inicialmente en accesibilidad, rehabilitación y necesidades educativas específicas, ámbitos donde la tecnología puede permitir formas de comunicación o interacción antes inaccesibles, mientras García-Martínez et al. (2023) encuentran en su revisión que parte de la literatura educativa destaca beneficios para estudiantes con necesidades especiales, aunque también reclama más estudios empíricos antes de extender conclusiones a contextos generales.

La personalización neurotecnológica exige además una gobernanza de datos especialmente rigurosa porque señales neurales, biométricas y conductuales pueden utilizarse para inferir características sensibles, de modo que consentimiento, finalidad, minimización, seguridad y derecho a no participar deben formar parte del diseño, preocupación que Eaton (2024) vincula con derechos humanos, dignidad y equidad frente a la convergencia entre inteligencia artificial y neurotecnología.

En Ecuador y América Latina, el debate comienza a incorporar la noción de neuroderechos y la necesidad de revisar marcos jurídicos existentes, como muestra Gutiérrez Proenza (2025) al analizar la relación entre neurotecnología y derechos humanos desde el contexto ecuatoriano y señalar que las normas actuales ofrecen respuestas parciales pero no cubren todos los supuestos derivados de estas tecnologías emergentes.

Por ello, las neurotecnologías pueden formar parte de una educación aumentada únicamente bajo un principio de proporcionalidad que exija evidencia, necesidad pedagógica, protección de derechos y supervisión humana, evitando que la búsqueda de personalización transforme el aula en un espacio de vigilancia cognitiva, orientación coherente con la recomendación global sobre ética de la neurotecnología adoptada por UNESCO en 2025 y con la perspectiva humanista defendida por Camacho Marín et al. (2026).

2.4.1. Analítica del aprendizaje y datos cognitivos

La analítica del aprendizaje utiliza datos producidos durante actividades educativas para comprender patrones y apoyar decisiones relacionadas con progreso, participación y diseño, mientras la incorporación de inteligencia artificial permite procesar conjuntos de información más complejos, aunque el valor de estos sistemas depende de que los indicadores se interpreten dentro de su contexto y no se conviertan en sustitutos de la comprensión integral del estudiante (Alfredo et al., 2024).

Los datos cognitivos pueden incluir resultados de tareas, tiempos de respuesta, secuencias de interacción y, en contextos especializados, señales fisiológicas o neurales, pero estas fuentes poseen niveles diferentes de sensibilidad y capacidad inferencial, por lo que una educación aumentada debe evitar tratarlas como equivalentes y establecer mayores salvaguardas cuanto más íntima sea la información utilizada para producir una recomendación.

Una analítica centrada en el ser humano debe proporcionar información comprensible a estudiantes y docentes y permitir que las personas cuestionen o contextualicen las inferencias producidas, principio desarrollado por Alfredo et al. (2024), quienes proponen enfoques de analítica e inteligencia artificial donde participación, agencia y necesidades de los actores educativos formen parte del diseño y no aparezcan únicamente después de implementar la tecnología.

Los modelos pueden ayudar a detectar patrones que requieren atención, pero no deben utilizarse como diagnósticos automáticos de capacidades, porque una conducta registrada puede responder a múltiples causas y una correlación estadística no explica necesariamente el proceso que la produjo, de modo que el juicio docente continúa siendo indispensable para interpretar información junto con evidencias cualitativas, historia del estudiante y condiciones del contexto.

La incorporación de datos más sensibles aumenta además el riesgo de vigilancia y perfilamiento, especialmente cuando estudiantes no comprenden qué información se recopila o no disponen de alternativas reales para negarse, preocupación que García-Martínez et al. (2023) sitúan entre los principales desafíos éticos de la neurotecnología educativa y que Eaton (2024) relaciona con dignidad, equidad y derechos dentro de sistemas tecnológicos emergentes.

La analítica puede contribuir a una evaluación más contextualizada cuando mantiene a las personas dentro del circuito de decisión, como muestran Guo et al. (2024) al proponer un enfoque de inteligencia artificial centrado en el

ser humano para contextualizar el desempeño en evaluaciones a gran escala, ejemplo que ilustra cómo los algoritmos pueden ampliar información sin asumir por sí mismos la interpretación final.

En consecuencia, utilizar analítica y datos cognitivos dentro de una educación aumentada exige transparencia, proporcionalidad y capacidad de revisión, de modo que la información sirva para ampliar oportunidades de aprendizaje y no para fijar identidades o anticipar destinos académicos, principio coherente con Camacho Marín et al. (2026) y con la necesidad de mantener la tecnología subordinada a decisiones pedagógicas y éticas centradas en la persona.

2.4.2. Interfaces cerebro–computadora y tecnologías neuroadaptativas

Las interfaces cerebro–computadora establecen canales de comunicación entre señales del sistema nervioso y dispositivos externos, campo que ha avanzado especialmente en aplicaciones clínicas, rehabilitación y asistencia, mientras la investigación contemporánea explora también interacción con robots y sistemas adaptativos, como muestra Liu et al. (2024) al estudiar aprendizaje motor y mecanismos de neuroplasticidad durante entrenamiento con un dedo robótico supernumerario controlado mediante interfaz cerebral.

El desarrollo de estas interfaces depende de métodos para registrar y clasificar señales que presentan ruido, variabilidad y limitaciones interpretativas, por lo que su utilización educativa debe evitar afirmaciones que sugieran lectura directa de pensamientos, ya que los sistemas trabajan

con patrones asociados a tareas o estados definidos y requieren procesos de calibración, entrenamiento y validación que restringen cualquier extrapolación general (Schalk et al., 2024).

Las tecnologías neuroadaptativas buscan modificar características de una interfaz o experiencia a partir de señales del usuario, posibilidad que podría contribuir a accesibilidad o ajuste de determinadas tareas pero que todavía necesita investigación antes de convertirse en práctica educativa generalizada, pues Alipoor y Pourrashidi (2024) advierten que parte de la literatura sobre neurotecnología en educación enfatiza beneficios mientras presta menor atención a efectos adversos y dimensiones críticas.

El reconocimiento de emociones mediante EEG constituye un ejemplo de la convergencia entre neuroseñales e inteligencia artificial, aunque Erat et al. (2024) muestran que este campo implica decisiones metodológicas complejas sobre adquisición, procesamiento y clasificación, razón por la cual interpretar una etiqueta algorítmica como representación exacta del estado emocional de un estudiante sería científicamente imprudente y pedagógicamente riesgoso.

En educación, las interfaces cerebro–computadora pueden tener un valor particularmente relevante cuando permiten comunicación o control a personas con limitaciones motoras, pero la expansión hacia monitoreo de atención o personalización cotidiana necesita criterios de necesidad y proporcionalidad, porque una posible mejora marginal no justifica automáticamente recopilar datos

neurales dentro de contextos donde existen alternativas menos invasivas.

La traducción de neurotecnologías desde laboratorios hacia aplicaciones reales requiere superar desafíos técnicos, regulatorios y humanos, cuestión que Schalk et al. (2024) examinan al analizar el proceso de traslación de estas tecnologías y que obliga a la educación a evitar adoptar dispositivos únicamente por expectativas comerciales antes de disponer de evidencia sobre eficacia, seguridad, accesibilidad y sostenibilidad.

Por tanto, las interfaces cerebro–computadora y tecnologías neuroadaptativas deben incorporarse al horizonte de la educación aumentada como un campo emergente y no como una solución consolidada, manteniendo prioridad en aplicaciones justificadas, investigación rigurosa y protección de la autonomía, enfoque coherente con García-Martínez et al. (2023) y con la visión de Camacho Marín et al. (2026) sobre innovación tecnológica subordinada al desarrollo humano.

2.4.3. Neuroética, privacidad cognitiva y límites de la intervención tecnológica

La neuroética examina las implicaciones morales, sociales y jurídicas derivadas del estudio y la intervención sobre el cerebro, dimensión que adquiere especial relevancia cuando neurotecnologías e inteligencia artificial permiten recopilar, clasificar o utilizar señales relacionadas con procesos mentales, por lo que la educación necesita incorporar preguntas sobre consentimiento, autonomía, justicia, identidad y privacidad antes de considerar cualquier

aplicación basada en datos neurales (García-Martínez et al., 2023).

La privacidad cognitiva se refiere a la protección de información vinculada con la actividad mental frente a accesos, inferencias o usos no autorizados, preocupación que ha impulsado debates internacionales sobre neuroderechos y sobre la necesidad de adaptar derechos existentes, mientras Gutiérrez Proenza (2025) analiza este problema desde Ecuador y sostiene que el marco jurídico actual ofrece aproximaciones pero no contempla todas las situaciones que podrían derivarse del desarrollo neurotecnológico.

El debate internacional no mantiene una única posición sobre si deben crearse derechos completamente nuevos o adaptar marcos existentes, pero existe una preocupación convergente por proteger privacidad mental, integridad y libertad cognitiva, discusión reflejada por Ahn et al. (2025) al revisar gobernanza global de neurotecnologías y señalar que distintas iniciativas buscan responder a riesgos relacionados con identidad, agencia, acceso equitativo y sesgos algorítmicos.

UNESCO adoptó en noviembre de 2025 la primera recomendación global sobre la ética de la neurotecnología, instrumento que busca establecer principios y orientaciones prácticas para proteger dignidad, derechos humanos y bienestar frente al avance de estas herramientas, desarrollo que convierte la neuroética en una dimensión de gobernanza concreta y no solamente en una reflexión académica sobre escenarios futuros (Ahn et al., 2025).

En el ámbito educativo, el consentimiento presenta dificultades particulares porque estudiantes pueden

encontrarse en relaciones de dependencia institucional y sentir que participar es necesario para acceder a oportunidades, por ello cualquier recopilación de neurodatos debería demostrar necesidad, ofrecer alternativas reales y limitar su uso a finalidades explícitas, principio coherente con el marco de ética educativa de IEEE Brain (2025), que destaca seguridad, justicia, agencia, identidad, vigilancia y privacidad.

Figura 2



Neurociencia, cognición e inteligencia artificial: fundamentos para una educación aumentada y personalizada

La neuroética también exige establecer límites sobre intervenciones orientadas a modificar rendimiento, porque mejorar una capacidad mediante tecnología puede generar presiones de competencia, desigualdad de acceso o normalización de estándares cognitivos, de modo que la

pregunta no debe reducirse a si una intervención funciona sino incluir quién decide, para qué finalidad, con qué riesgos y bajo qué condiciones de reversibilidad y supervisión, enfoque consistente con Eaton (2024).

Una educación aumentada responsable debe asumir finalmente que no todo dato técnicamente capturable debe ser recopilado y que no toda intervención posible resulta pedagógica o éticamente justificable, por ello la innovación debe someterse a principios de necesidad, proporcionalidad, transparencia, consentimiento y protección de la autonomía cognitiva, síntesis que articula la perspectiva de Camacho Marín et al. (2026) con los marcos contemporáneos de neuroética y derechos humanos.

CAPÍTULO III

NUEVAS FRONTERAS DEL APRENDIZAJE HUMANO

3.1. Pedagogías para la era de la inteligencia aumentada

La pedagogía en la era de la inteligencia aumentada necesita superar la lógica de incorporar herramientas digitales como complementos aislados y avanzar hacia diseños donde la inteligencia artificial se integre con propósitos formativos explícitos, metodologías activas y decisiones humanas responsables, porque el valor educativo de un sistema inteligente no reside en la cantidad de funciones que automatiza sino en su capacidad para ampliar las oportunidades de analizar, crear, colaborar y resolver problemas manteniendo al estudiante como agente del aprendizaje, orientación coherente con los marcos de competencias en inteligencia artificial propuestos por Miao, et al., (2024).

La transformación pedagógica exige reconocer que la inteligencia artificial modifica simultáneamente el acceso a la información, la producción de contenidos y la relación entre docente y estudiante, por lo que enseñar ya no puede reducirse a transmitir respuestas disponibles de manera inmediata sino que debe concentrarse en formular problemas relevantes, organizar experiencias auténticas y acompañar procesos de interpretación, perspectiva que Miao y

Cukurova (2024) expresan al situar la pedagogía de la IA, la agencia humana y el desarrollo profesional entre las competencias centrales del docente contemporáneo.

Una pedagogía aumentada debe aprovechar la capacidad de los sistemas generativos para ofrecer ejemplos, simulaciones, preguntas y retroalimentación sin permitir que estas funciones sustituyan el razonamiento que constituye el objetivo de aprendizaje, por ello la distribución de tareas entre persona y tecnología necesita definirse desde criterios pedagógicos y no desde la comodidad operativa, principio que Camacho Marín (2025) relaciona con la necesidad de integrar la inteligencia artificial en el aula mediante formación docente, personalización responsable y reflexión ética.

Las metodologías activas adquieren una importancia renovada porque permiten desplazar el énfasis desde la reproducción de información hacia la investigación, la toma de decisiones y la creación de productos con significado, mientras Galdames-Calderón, Pedersen y Rodríguez-Gómez (2024) muestran que el aprendizaje basado en retos promueve una transición hacia prácticas centradas en el estudiante, integración tecnológica, vinculación con contextos externos y acompañamiento docente orientado al desarrollo de capacidades para resolver problemas complejos.

La inteligencia aumentada también obliga a reconsiderar la función del error, porque un sistema puede ofrecer una respuesta correcta antes de que el estudiante experimente la dificultad necesaria para comprender un procedimiento, de modo que el diseño pedagógico debe preservar espacios de exploración, contraste y revisión

donde la inteligencia artificial intervenga como fuente de alternativas y retroalimentación y no como mecanismo para eliminar toda incertidumbre, enfoque compatible con la colaboración entre docentes y sistemas generativos estudiada por Kestin y colaboradores (2024).

En contextos educativos diversos, una pedagogía aumentada debe incorporar principios de inclusión y accesibilidad desde el diseño, aprovechando la capacidad tecnológica para producir representaciones múltiples y apoyos diferenciados pero evitando que la personalización conduzca al aislamiento o a trayectorias determinadas exclusivamente por algoritmos, razón por la cual la UNESCO propone que estudiantes y docentes desarrollen competencias de IA dentro de una perspectiva centrada en el ser humano, ética, inclusiva y orientada a la creación responsable (Miao, et al., 2024).

La pedagogía para la inteligencia aumentada puede definirse finalmente como una arquitectura de experiencias donde el conocimiento disciplinar, las metodologías activas, la colaboración, la inteligencia artificial y la reflexión ética se articulan para ampliar las capacidades humanas, concepción que coincide con la Teoría del Aprendizaje Colaborativo y Contextualizado de Camacho Marín y Camacho Marín (2026), cuya orientación hacia problemas reales, cooperación y construcción situada ofrece una base pertinente para integrar tecnologías inteligentes sin desplazar la centralidad del aprendizaje humano.

3.1.1. Aprendizaje aumentado y experiencias adaptativas

El aprendizaje aumentado surge cuando las tecnologías amplían las posibilidades del estudiante para acceder a recursos, recibir apoyo, representar problemas y crear soluciones sin sustituir los procesos cognitivos necesarios para aprender, por lo que una experiencia adaptativa debe interpretarse como un sistema de apoyo flexible y no como una secuencia automatizada que decide completamente el recorrido del aprendiz, principio coherente con Miao, et al., (2024), quienes sitúan la agencia humana y el juicio crítico entre las competencias esenciales para interactuar responsablemente con inteligencia artificial.

Las experiencias adaptativas pueden utilizar información sobre desempeño para ajustar dificultad, ejemplos, pistas o ritmo, aunque su eficacia depende de que la adaptación responda a objetivos pedagógicos claros y permanezca abierta a la intervención del estudiante y del docente, porque personalizar no significa predecir de manera definitiva lo que una persona puede aprender sino ofrecer condiciones diferentes para alcanzar metas comunes, orientación que Camacho Marín et al., (2024) relacionan con una integración planificada de plataformas digitales y desarrollo de habilidades del siglo XXI.

La inteligencia artificial generativa amplía esta posibilidad al producir explicaciones alternativas y recursos ajustados a solicitudes específicas, pero la personalización adquiere valor educativo únicamente cuando conduce a mayor comprensión y autonomía, razón por la cual una estrategia pertinente consiste en permitir que el estudiante seleccione entre apoyos progresivos y justifique cuáles utilizó, evitando que el sistema proporcione inmediatamente

una solución completa que elimine la necesidad de explorar y decidir.

Una experiencia adaptativa también debe considerar el conocimiento previo porque el mismo nivel de asistencia puede resultar insuficiente para un estudiante y excesivo para otro, de modo que la tecnología debería facilitar diagnósticos formativos y oportunidades de práctica diferenciada mientras el docente interpreta las evidencias dentro del contexto, enfoque que Miao y Cukurova (2024) vinculan con una pedagogía de IA donde la capacidad profesional del educador permanece como elemento central de la decisión educativa.

La adaptación puede favorecer inclusión cuando transforma formatos, simplifica determinadas barreras de acceso o proporciona apoyos lingüísticos y representacionales, aunque debe evitar crear perfiles rígidos que condicionen permanentemente las oportunidades futuras del estudiante, por ello la educación aumentada necesita modelos donde las recomendaciones puedan ser revisadas y modificadas y donde la persona comprenda por qué recibe determinado apoyo, manteniendo transparencia y posibilidad de elección.

El aprendizaje aumentado requiere además momentos deliberados de trabajo sin asistencia para comprobar que las capacidades desarrolladas pueden movilizarse de manera autónoma, porque una experiencia que mejora el desempeño únicamente mientras la herramienta está presente no demuestra necesariamente consolidación del aprendizaje, consideración que resulta especialmente importante al diseñar actividades con inteligencia artificial y que conecta con la necesidad de

evaluar procesos, transferencia y autorregulación más allá del producto final.

En consecuencia, las experiencias adaptativas deberían combinar diagnóstico, elección, apoyo progresivo, retroalimentación y transferencia dentro de un ciclo donde la tecnología se ajuste al estudiante sin reemplazar su capacidad de decidir, modelo compatible con Camacho Marín (2025) al plantear que la inteligencia artificial ofrece oportunidades de personalización siempre que su integración se acompañe de formación docente, criterios éticos y una concepción del aprendizaje centrada en el desarrollo integral de la persona.

3.1.2. Aprendizaje basado en retos, problemas y creación

El aprendizaje basado en retos, problemas y creación adquiere especial relevancia en la era de la inteligencia artificial porque desplaza la actividad educativa desde la reproducción de respuestas hacia la comprensión de situaciones abiertas que requieren investigar, argumentar, diseñar y tomar decisiones, mientras Galdames-Calderón, et al., (2024) muestran que el aprendizaje basado en retos favorece prácticas centradas en el estudiante y transforma al docente en facilitador de procesos vinculados con innovación y resolución de problemas reales.

Los retos auténticos obligan a integrar conocimientos de diferentes áreas y a trabajar con restricciones semejantes a las que aparecen fuera del aula, característica que reduce la utilidad de copiar una respuesta generada automáticamente porque el estudiante necesita contextualizar, negociar

criterios y justificar decisiones, de modo que la inteligencia artificial puede utilizarse para explorar alternativas o simular escenarios mientras la responsabilidad por la solución permanece en el equipo que desarrolla el proyecto.

La revisión de Doulougeri, et al., (2024) evidencia que el aprendizaje basado en retos presenta múltiples formas de implementación y que su calidad depende de componentes curriculares, experiencias docentes y condiciones institucionales, hallazgo que resulta particularmente importante para la educación aumentada porque integrar IA dentro de un reto exige definir previamente objetivos, roles, evidencias y criterios de evaluación en lugar de añadir la herramienta después de diseñada la actividad.

El aprendizaje basado en problemas comparte esta orientación hacia situaciones complejas pero coloca especial énfasis en identificar lo que se necesita aprender para comprender y resolver una situación, dinámica que puede enriquecerse con sistemas generativos utilizados como interlocutores críticos, siempre que el estudiante contraste las respuestas con fuentes disciplinares y documente cómo la interacción modificó sus hipótesis, estrategia compatible con la Teoría del Aprendizaje Colaborativo y Contextualizado propuesta por Camacho Marín y Camacho Marín (2026).

La creación constituye una dimensión adicional porque aprender en contextos de inteligencia aumentada implica producir soluciones, prototipos, narrativas, modelos o intervenciones que expresen decisiones humanas y no solamente contenidos generados, por ello el proceso creativo debería incluir formulación del propósito, exploración de

alternativas, selección argumentada y revisión, utilizando la IA como herramienta de expansión del espacio de posibilidades y no como autora invisible del producto.

Los estudios recientes sobre aprendizaje basado en retos en educación escolar muestran que resolución de problemas, colaboración y descubrimiento guiado aparecen entre sus componentes más frecuentes, mientras Gandini y Morselli (2026) señalan que su aplicación en K-12 continúa siendo un campo en desarrollo, situación que invita a implementar estas metodologías con evaluación rigurosa y adaptación al nivel de desarrollo de los estudiantes en lugar de asumir que una práctica exitosa en educación superior puede transferirse automáticamente.

Una pedagogía aumentada puede articular retos, problemas y creación dentro de secuencias donde el estudiante investiga una situación, utiliza inteligencia artificial para ampliar perspectivas, construye una solución con otros y finalmente defiende las decisiones adoptadas, estructura que convierte la tecnología en recurso para pensar y crear y que coincide con Camacho Marín et al., (2024) al destacar la contribución de las plataformas digitales al pensamiento crítico, la colaboración, la comunicación y la resolución de problemas cuando existe una integración pedagógica intencional.

3.1.3. Diseño de experiencias educativas humano–IA

Diseñar experiencias educativas humano–IA implica distribuir funciones entre estudiantes, docentes y sistemas inteligentes de acuerdo con aquello que cada agente puede

aportar al aprendizaje, por lo que el proceso debe comenzar con la identificación de objetivos y evidencias antes de seleccionar la herramienta, evitando construir actividades alrededor de una tecnología cuya utilidad pedagógica no haya sido establecida, enfoque que Miao y Cukurova (2024) relacionan con una pedagogía de inteligencia artificial centrada en la agencia profesional y la responsabilidad humana.

Una experiencia colaborativa puede asignar a la IA funciones como generar alternativas, formular preguntas o proporcionar retroalimentación preliminar mientras reserva a las personas la contextualización, el juicio y la decisión final, configuración que Kestin y colaboradores (2024) exploran al estudiar la colaboración entre asistentes humanos y sistemas generativos para apoyar aprendizaje activo, mostrando que la combinación puede enriquecer la retroalimentación cuando existen roles claros y supervisión.

El diseño debe incluir momentos previos, durante y posteriores a la interacción con la IA, de manera que el estudiante active conocimientos antes de consultar, evalúe críticamente las respuestas mientras trabaja y reconstruya posteriormente lo aprendido con sus propias palabras, secuencia que evita una dependencia de la herramienta y permite observar la diferencia entre desempeño asistido y capacidad adquirida, aspecto esencial para una educación que pretende aumentar y no sustituir la cognición.

La transparencia constituye otro componente porque estudiantes y docentes deberían conocer qué función cumple el sistema, cuáles datos utiliza y qué limitaciones presenta, de modo que el diseño humano–IA incorpore alfabetización tecnológica dentro de la propia experiencia y no la trate

como contenido separado, principio coherente con el marco de competencias de Miao, Shiohira y Lao (2024), que articula mentalidad centrada en el ser humano, ética, técnicas de IA y diseño de sistemas.

La colaboración humano–IA también requiere considerar diversidad y accesibilidad porque una misma interfaz puede producir beneficios distintos según idioma, experiencia, capacidad digital o necesidad educativa, por ello el diseño debe ofrecer alternativas equivalentes y mecanismos para que la asistencia pueda ajustarse o desactivarse, evitando que la participación en una experiencia dependa obligatoriamente de aceptar niveles de automatización o recopilación de datos que el estudiante no comprende.

La evaluación debe formar parte del diseño desde el inicio y distinguir entre aquello que produjo la herramienta y aquello que demuestra el estudiante, razón por la cual conviene solicitar trazabilidad del proceso, versiones intermedias, justificaciones y reflexión sobre el uso de IA, estrategia que permite valorar aprendizaje auténtico y que conecta con las recomendaciones de Chiu et al., (2024) sobre transformar la evaluación para fortalecer autorregulación, responsabilidad e integridad en contextos generativos.

El diseño de experiencias humano–IA alcanza su mayor coherencia cuando la tecnología amplía la capacidad de preguntar, experimentar y crear mientras el docente conserva la conducción pedagógica y el estudiante mantiene responsabilidad intelectual sobre su trabajo, modelo que Camacho Marín (2025) defiende al analizar oportunidades y desafíos de la inteligencia artificial en el aula y que puede

considerarse una condición estructural de la educación aumentada centrada en la persona.

3.2. Evaluación inteligente del aprendizaje

La evaluación inteligente del aprendizaje no consiste simplemente en automatizar calificaciones sino en utilizar tecnologías para ampliar la capacidad de recoger evidencias, ofrecer retroalimentación y comprender trayectorias mientras las decisiones educativas permanecen sujetas a criterios humanos, por ello la transformación evaluativa asociada con inteligencia artificial debe comenzar por revisar qué se pretende demostrar y qué evidencias continúan siendo válidas cuando los sistemas generativos pueden producir respuestas similares a las que anteriormente se consideraban prueba suficiente de aprendizaje (Chiu et al., 2024).

La inteligencia artificial puede contribuir a generar preguntas, analizar patrones y ofrecer retroalimentación preliminar con una rapidez difícil de alcanzar mediante procesos exclusivamente manuales, aunque la eficiencia no debe confundirse con validez porque una evaluación puede ser técnicamente sofisticada y medir aspectos secundarios, razón por la cual la evaluación aumentada necesita combinar automatización con criterios pedagógicos, revisión docente y oportunidades para que el estudiante explique cómo llegó a una respuesta.

Las tecnologías emergentes están modificando prácticas de evaluación y retroalimentación en educación superior, mientras la revisión sistemática publicada en Journal of Systems and Software (2024) identifica una

presencia importante de inteligencia artificial y analítica del aprendizaje y señala la necesidad de avanzar hacia prácticas formativas, contextos centrados en las personas y consideración ética, elementos especialmente relevantes cuando los resultados automatizados pueden influir en decisiones académicas.

Una evaluación inteligente debería producir información útil durante el aprendizaje y no solamente al final, permitiendo identificar dificultades, ajustar estrategias y orientar apoyos antes de que el error se consolide, por lo que la retroalimentación adaptativa adquiere un papel central siempre que explique criterios y promueva revisión en lugar de limitarse a indicar una respuesta correcta, orientación respaldada por Lee y Moore (2024) en su revisión sobre retroalimentación automatizada con inteligencia artificial generativa.

La evaluación aumentada también necesita valorar capacidades que adquieren mayor importancia en la era de la IA, como formular preguntas, verificar información, justificar decisiones, colaborar y utilizar herramientas de manera ética, perspectiva que Miao, et al., (2024) incorporan al definir competencias progresivas de comprensión, aplicación y creación que permiten evaluar no solo uso técnico sino también juicio crítico y responsabilidad.

La participación docente continúa siendo indispensable en evaluaciones de consecuencias importantes porque los datos y algoritmos no representan toda la complejidad del aprendizaje ni conocen completamente las circunstancias de una persona, de modo que cualquier recomendación automatizada debe considerarse una evidencia entre varias y no una sentencia, principio

coherente con una concepción humanista de la evaluación donde transparencia, posibilidad de revisión y proporcionalidad acompañan el uso de tecnologías.

En síntesis, una evaluación inteligente utiliza la capacidad computacional para ampliar observación y retroalimentación pero mantiene la validez, la equidad y el juicio profesional como criterios superiores, transformación que exige rediseñar tareas y evidencias en lugar de perseguir únicamente mecanismos para detectar el uso de IA, postura consistente con Chiu et al., (2024) y con Camacho Marín y colaboradores (2024), quienes relacionan innovación tecnológica con desarrollo de competencias y mejora pedagógica.

3.2.1. De la evaluación tradicional a la evaluación aumentada

La evaluación tradicional se ha apoyado con frecuencia en productos finales, pruebas estandarizadas y respuestas elaboradas bajo condiciones relativamente controladas, mientras la disponibilidad de inteligencia artificial generativa cuestiona la capacidad de muchas tareas convencionales para demostrar autoría y comprensión, por lo que Chiu et al., (2024) proponen transformar la evaluación hacia prácticas que fortalezcan aprendizaje autorregulado, responsabilidad e integridad en lugar de limitar la respuesta institucional a prohibiciones o detección.

La evaluación aumentada amplía el foco hacia procesos, decisiones y evidencias acumuladas durante el aprendizaje, de modo que borradores, conversaciones, prototipos, explicaciones orales y reflexiones pueden

complementar el producto final y ofrecer una imagen más válida de lo que el estudiante sabe hacer, estrategia especialmente pertinente cuando una herramienta puede producir textos terminados pero no reemplaza fácilmente la capacidad de defender criterios o transferir conocimientos a situaciones nuevas.

El cambio también implica utilizar tecnología para ofrecer evaluaciones más frecuentes y de menor riesgo que permitan aprender a partir de la evidencia, mientras las herramientas inteligentes pueden apoyar generación de ítems y análisis inicial siempre que exista revisión profesional, porque la automatización de un instrumento defectuoso únicamente aumenta la velocidad con que se produce información de baja calidad y no mejora su validez pedagógica.

Una evaluación aumentada debe diseñar tareas auténticas donde el uso de inteligencia artificial pueda incorporarse de manera transparente cuando sea pertinente, solicitando que el estudiante declare cómo la utilizó, contraste resultados y demuestre aquello que permanece bajo su responsabilidad, orientación que permite evaluar competencias contemporáneas sin fingir que las herramientas no existen y que coincide con el enfoque de Miao, et al., (2024) sobre estudiantes como usuarios y cocreadores responsables de IA.

La transición requiere asimismo reconsiderar la retroalimentación porque evaluar deja de ser únicamente clasificar desempeño y se convierte en producir información para mejorar, razón por la cual Lee y Moore (2024) identifican oportunidades para utilizar inteligencia artificial generativa en feedback automatizado aunque advierten que

la implementación efectiva depende del contexto instruccional, de las características del sistema y de la calidad de la interacción humano–IA.

El docente conserva un papel decisivo al interpretar evidencias, establecer criterios y reconocer factores que los sistemas no pueden observar adecuadamente, por lo que la evaluación aumentada debería reducir carga mecánica sin transferir automáticamente decisiones de alto impacto, principio que Miao y Cukurova (2024) relacionan con agencia docente y responsabilidad humana dentro de la nueva dinámica docente–IA–estudiante.

Pasar de la evaluación tradicional a la evaluación aumentada significa finalmente avanzar desde la comprobación episódica hacia una arquitectura continua de evidencias, retroalimentación y reflexión donde la tecnología amplía la capacidad de observar pero no determina por sí sola el valor del aprendizaje, transformación que responde a los desafíos señalados por Chiu et al., (2024) y fortalece la coherencia entre evaluación, metodologías activas y competencias propias de la educación aumentada.

3.2.2. Retroalimentación adaptativa mediante inteligencia artificial

La retroalimentación adaptativa mediante inteligencia artificial ofrece la posibilidad de responder con rapidez a características de una producción concreta, superando modelos donde todos los estudiantes reciben comentarios idénticos, aunque su valor depende de que la información sea comprensible, accionable y vinculada con

criterios de aprendizaje, pues una respuesta extensa o aparentemente personalizada no produce mejora si el estudiante no puede identificar qué debe revisar y por qué (Lee & Moore, 2024).

La evidencia experimental reciente muestra resultados prometedores pero no uniformes, como ocurre en el estudio sobre docentes en formación donde la retroalimentación adaptativa generada por un modelo de lenguaje mejoró la calidad de las justificaciones escritas frente a feedback estático aunque no produjo diferencias significativas en exactitud de decisión, resultado que recuerda que la efectividad debe analizarse por componentes específicos del desempeño y no mediante afirmaciones generales sobre superioridad tecnológica (2024, Computers and Education: Artificial Intelligence).

La retroalimentación con IA puede organizarse en niveles progresivos que comiencen con preguntas y pistas antes de ofrecer explicaciones completas, estrategia que preserva actividad cognitiva y permite ajustar el grado de apoyo según la respuesta del estudiante, mientras el docente puede revisar patrones para identificar dificultades compartidas y decidir cuándo resulta necesaria una intervención humana más profunda.

Una retroalimentación adaptativa responsable debe evitar lenguaje excesivamente seguro cuando existe incertidumbre y proporcionar mecanismos para contrastar comentarios con rúbricas, fuentes o criterios explícitos, porque el estudiante necesita aprender a evaluar la propia retroalimentación y no asumir que una salida automatizada es correcta por definición, principio que conecta evaluación

inteligente con alfabetización crítica en inteligencia artificial.

La personalización del feedback también plantea cuestiones de equidad porque los sistemas pueden responder de manera diferente según idioma, estilo de escritura o características presentes en sus datos de entrenamiento, por lo que las instituciones necesitan auditar resultados y ofrecer canales para cuestionar comentarios automatizados, evitando que una herramienta se convierta en autoridad invisible sobre la calidad del trabajo académico.

La colaboración entre inteligencia artificial y personal docente puede resultar especialmente valiosa cuando el sistema proporciona una primera capa de comentarios y el educador concentra su tiempo en aspectos conceptuales, emocionales o contextuales de mayor complejidad, configuración relacionada con Kestin et al., (2024), quienes muestran que la combinación entre asistentes humanos y sistemas generativos puede enriquecer entornos de aprendizaje activo cuando las funciones se distribuyen con claridad.

En consecuencia, la retroalimentación adaptativa debe diseñarse como diálogo orientado a la revisión y no como corrección automática, permitiendo que el estudiante interprete, responda y demuestre cómo utilizó los comentarios para mejorar, enfoque que convierte la inteligencia artificial en una mediación formativa y que coincide con Lee y Moore (2024) al señalar que las oportunidades del feedback generativo necesitan acompañarse de decisiones instruccionales cuidadosas y evaluación de sus efectos reales.

3.2.3. Evidencias de aprendizaje, analítica y toma de decisiones

La educación aumentada produce nuevas evidencias derivadas de actividades, versiones, interacciones y procesos de creación que pueden complementar las calificaciones tradicionales, aunque la abundancia de datos no garantiza mejores decisiones y puede incluso aumentar la confusión si los indicadores carecen de relación con los objetivos pedagógicos, por ello la analítica debe comenzar con preguntas educativas relevantes y no con la simple disponibilidad técnica de información.

Las evidencias de proceso adquieren particular importancia cuando el estudiante utiliza inteligencia artificial porque permiten observar cómo formuló el problema, qué alternativas consideró, qué información verificó y cómo modificó el producto, de modo que registros de decisiones y reflexiones pueden convertirse en instrumentos de evaluación auténtica sin requerir vigilancia total de cada interacción digital.

La analítica del aprendizaje puede ayudar a identificar patrones de participación o dificultades que merecen atención, pero las inferencias deben interpretarse junto con información contextual y juicio profesional, ya que un mismo comportamiento digital puede tener significados diferentes según la tarea y la persona, principio que obliga a distinguir entre indicador, interpretación y decisión para evitar automatismos que afecten injustamente a estudiantes.

La toma de decisiones aumentada debería mantener al docente dentro del circuito y proporcionar explicaciones suficientes para comprender cómo se produjo una

recomendación, especialmente cuando la consecuencia puede afectar promoción, apoyo o calificación, porque la eficiencia de un modelo no elimina la responsabilidad institucional de garantizar equidad, posibilidad de revisión y transparencia.

Los sistemas de evaluación pueden integrar múltiples evidencias y ofrecer visualizaciones que faciliten seguimiento, aunque el diseño debe evitar convertir el aprendizaje en una colección de métricas donde aquello que no se registra pierde importancia, de modo que observaciones cualitativas, productos creativos, diálogo y autoevaluación continúen formando parte de una comprensión amplia del progreso.

La calidad de las decisiones depende también de la alfabetización de quienes interpretan los datos, por lo que Miao y Cukurova (2024) incluyen entre las competencias docentes la capacidad de utilizar inteligencia artificial con juicio profesional y responsabilidad, mientras Camacho Marín et al., (2024) destacan que la innovación tecnológica necesita acompañarse de preparación institucional y formación para producir mejoras educativas sostenibles.

En una evaluación aumentada, evidencias y analítica deben servir para abrir oportunidades de mejora y no para fijar identidades académicas, por ello los datos necesitan ser proporcionales, revisables y vinculados con acciones pedagógicas concretas, configuración que permite utilizar inteligencia artificial como apoyo a la toma de decisiones sin reemplazar la interpretación humana y que mantiene coherencia con una educación centrada en desarrollo, autonomía y equidad.

3.3. Ética y humanismo en la educación aumentada

La ética constituye una dimensión estructural de la educación aumentada porque la inteligencia artificial no solamente ofrece herramientas sino que introduce nuevas formas de recopilar datos, producir contenidos y orientar decisiones, por lo que cada innovación necesita evaluarse según sus efectos sobre autonomía, justicia, privacidad y dignidad, perspectiva que Miao, et al., (2024) sitúan dentro de una formación en IA donde la mentalidad centrada en el ser humano precede al dominio técnico.

El humanismo digital propone que la tecnología permanezca subordinada a finalidades humanas y educativas, evitando que eficiencia, predicción o automatización se conviertan en criterios absolutos, por ello una institución responsable debe preguntarse no solo si una herramienta funciona sino qué relaciones promueve, qué capacidades fortalece, qué datos requiere y qué grupos pueden quedar excluidos por su diseño o condiciones de acceso.

La literatura sobre alfabetización algorítmica identifica sesgo, privacidad, transparencia, responsabilidad, exactitud y no maleficencia entre los componentes éticos que los estudiantes necesitan comprender, mientras Archambault, et al., (2024) muestran que estas dimensiones pueden integrarse de manera transversal con alfabetización informacional y códigos profesionales, ampliando la ética desde una declaración abstracta hacia capacidades concretas para analizar sistemas.

La educación aumentada también enfrenta tensiones relacionadas con autoría e integridad porque la inteligencia artificial generativa puede participar en distintos niveles de la producción intelectual, situación que obliga a abandonar definiciones simplistas basadas únicamente en presencia o ausencia de IA y avanzar hacia criterios sobre transparencia, responsabilidad y contribución humana, cuestión analizada por Yusuf, et al., (2024) desde perspectivas multiculturales de educación superior.

La protección de la persona requiere además límites institucionales claros sobre qué información puede recopilarse y con qué finalidad, evitando utilizar la promesa de personalización como justificación para una vigilancia ilimitada, porque el aprendizaje necesita espacios de exploración y error donde el estudiante no sienta que cada conducta será transformada en un indicador permanente de su capacidad.

El humanismo no implica rechazar la inteligencia artificial sino orientar su uso hacia ampliación de oportunidades, inclusión y desarrollo de capacidades que permitan a las personas actuar con mayor libertad y responsabilidad, postura coherente con Camacho Marín (2025), quien reconoce simultáneamente oportunidades de personalización y desafíos éticos y formativos que requieren una integración crítica de la IA en los contextos educativos.

En consecuencia, ética y humanismo deben funcionar como criterios de diseño desde el inicio de cualquier propuesta aumentada, estableciendo preguntas sobre finalidad, proporcionalidad, transparencia, equidad y control humano antes de implementar una herramienta, principio que permite construir innovación sostenible y que

coincide con Miao y Cukurova (2024) al defender derechos docentes, agencia humana y responsabilidad dentro de la transformación educativa impulsada por inteligencia artificial.

3.3.1. Sesgos algorítmicos, privacidad y protección de datos

Los sesgos algorítmicos pueden aparecer cuando datos, categorías o decisiones de diseño reproducen desigualdades existentes o representan de manera insuficiente a determinados grupos, por lo que una salida automatizada no debe considerarse neutral simplemente por haber sido producida mediante cálculo, mientras Archambault et al., (2024) sitúan el sesgo junto con privacidad, transparencia y responsabilidad entre los componentes centrales de una alfabetización algorítmica éticamente orientada.

En educación, los efectos de un sesgo pueden afectar recomendaciones, retroalimentación o decisiones sobre desempeño y apoyo, razón por la cual las instituciones necesitan mecanismos de auditoría y revisión humana que permitan detectar patrones desiguales antes de convertir resultados automatizados en decisiones de alto impacto, evitando que la escala de la tecnología amplifique errores que en un proceso manual podrían ser identificados con mayor facilidad.

La privacidad exige limitar la recopilación de información a aquello que resulta necesario para una finalidad educativa legítima, porque la capacidad técnica para registrar interacciones detalladas no constituye por sí

misma una razón suficiente para hacerlo, de modo que consentimiento, minimización de datos, seguridad y plazos de conservación deben formar parte de la arquitectura institucional y ser comprensibles para estudiantes, familias y docentes.

La protección de datos adquiere especial complejidad cuando se utilizan servicios generativos externos y los usuarios introducen textos, imágenes o información académica sin conocer completamente cómo será procesada, por ello la alfabetización en IA debe incluir hábitos de protección y análisis de términos de uso, orientación coherente con Miao, et al., (2024), quienes incorporan seguridad, ética y ciudadanía responsable dentro de las competencias estudiantiles.

La transparencia no significa revelar cada detalle técnico de un algoritmo sino proporcionar información suficiente para comprender qué función cumple, qué datos utiliza y cómo puede cuestionarse una decisión, principio especialmente importante en educación porque las personas afectadas deben disponer de mecanismos para corregir información y solicitar revisión cuando una recomendación automatizada no represente adecuadamente su situación.

La equidad también requiere considerar quién dispone de acceso a herramientas de mayor calidad y quién asume los costos de conectividad o suscripción, porque una educación que permite asistencia avanzada únicamente a determinados grupos puede aumentar brechas aunque el algoritmo funcione correctamente, consideración que Camacho Marín et al., (2024) identifican al analizar plataformas digitales y señalar desafíos asociados con acceso desigual y necesidad de formación continua.

Una política responsable sobre sesgos, privacidad y datos debe combinar prevención técnica, normas institucionales y educación de los usuarios, evitando presentar la protección como responsabilidad exclusiva del estudiante, enfoque que transforma la ética en gobernanza concreta y que responde a la advertencia de Archambault et al., (2024) sobre la necesidad de integrar pensamiento crítico, responsabilidad y no maleficencia dentro de la alfabetización algorítmica contemporánea.

3.3.2. Autoría, integridad académica y producción intelectual con IA

La inteligencia artificial generativa obliga a revisar la noción de autoría porque una producción académica puede incorporar desde correcciones superficiales hasta generación sustancial de estructura y contenido, de modo que clasificar cualquier uso como equivalente resulta insuficiente, mientras Navarrete-Cazales, et al., (2026) analizan cómo estas herramientas transforman conceptos tradicionales de originalidad, plagio e integridad dentro de la educación superior.

La integridad académica debería centrarse en que el estudiante represente honestamente aquello que sabe, aquello que produjo y la asistencia que utilizó, por lo que las políticas necesitan especificar usos permitidos según objetivos de cada actividad y establecer formas de declaración comprensibles, evitando normas genéricas que prohíben la IA en todas las tareas aunque posteriormente resulte imposible distinguir entre apoyo legítimo y sustitución del trabajo intelectual.

La autoría humana conserva significado cuando existe responsabilidad sobre las decisiones, la selección de evidencias y la versión final, por ello documentar prompts o herramientas puede ser útil pero no suficiente si no se acompaña de reflexión sobre cómo influyeron en el producto, estrategia que permite evaluar contribución intelectual y que resulta más formativa que depender exclusivamente de detectores automáticos cuya precisión puede generar falsos positivos.

Yusuf, et al., (2024) muestran que la inteligencia artificial generativa puede interpretarse simultáneamente como amenaza a la integridad y oportunidad para reformar prácticas educativas, tensión que sugiere rediseñar evaluaciones hacia tareas auténticas, procesos documentados y defensas orales en lugar de mantener actividades fácilmente automatizables y concentrar los esfuerzos institucionales en vigilancia.

La producción intelectual con IA también plantea preguntas sobre fuentes y exactitud porque los sistemas pueden generar referencias inexistentes o reproducir afirmaciones sin trazabilidad, de modo que el estudiante continúa siendo responsable de verificar datos y citar las fuentes originales que realmente sustentan su trabajo, práctica que convierte la alfabetización informacional en una competencia inseparable de la integridad académica.

Las instituciones necesitan promover una cultura de integridad donde docentes y estudiantes comprendan por qué determinadas prácticas son aceptables y otras no, evitando que el debate se reduzca a sanciones, porque la aparición de tecnologías generativas representa una oportunidad para explicar autoría, evidencia, atribución y responsabilidad de

manera más explícita y para diseñar tareas que valoren proceso y comprensión.

En una educación aumentada, la producción intelectual puede incorporar inteligencia artificial de forma transparente cuando la actividad lo permita, pero la persona debe conservar responsabilidad por la veracidad, la argumentación y las consecuencias de aquello que presenta, principio que articula las preocupaciones de Navarrete-Cazales et al., (2026) con el enfoque de Miao, et al., (2024) sobre estudiantes como usuarios críticos, éticos y creativos de sistemas inteligentes.

3.3.3. Humanismo digital y centralidad de la persona

El humanismo digital parte de la idea de que la innovación debe evaluarse por su contribución al desarrollo de las personas y no únicamente por su capacidad para aumentar eficiencia, por ello la educación aumentada coloca dignidad, autonomía y participación en el centro del diseño y utiliza inteligencia artificial como medio para ampliar oportunidades sin convertir al estudiante en un conjunto de datos o predicciones.

La centralidad de la persona exige mantener capacidad real de decisión frente a sistemas que recomiendan, clasifican o generan contenidos, de modo que estudiantes y docentes puedan aceptar, modificar o rechazar una propuesta automatizada y comprendan que la autoridad final no pertenece al algoritmo, principio que Miao y Cukurova (2024) incorporan al defender agencia docente,

derechos y responsabilidad humana dentro del uso educativo de inteligencia artificial.

Un enfoque humanista reconoce además que aprender es una experiencia social y afectiva donde confianza, diálogo y pertenencia poseen valor propio, por lo que la automatización debería liberar tiempo para interacciones significativas en lugar de justificar la reducción de relaciones humanas, especialmente en procesos de orientación, evaluación compleja o acompañamiento donde el conocimiento contextual y la sensibilidad resultan esenciales.

La tecnología puede favorecer inclusión cuando amplía formatos y apoyos, pero el humanismo obliga a preguntar si las soluciones son accesibles, culturalmente pertinentes y sostenibles, evitando presentar una misma plataforma como respuesta universal a necesidades diferentes, orientación coherente con Miao, et al., (2024), cuyo marco vincula competencias de IA con ciudadanía responsable, diversidad y construcción de futuros inclusivos.

La centralidad de la persona también implica preservar el derecho a desarrollar capacidades sin asistencia permanente, porque una educación que hace indispensable la tecnología para pensar puede reducir autonomía incluso cuando mejora resultados inmediatos, de modo que los diseños aumentados necesitan alternar apoyo y práctica independiente para asegurar que la herramienta amplíe y no capture la capacidad de actuar.

Camacho Marín (2025) sostiene que la inteligencia artificial ofrece posibilidades importantes de personalización pero plantea desafíos éticos y formativos

que requieren preparación docente y uso responsable, perspectiva que se articula con un humanismo digital donde innovación y criterio pedagógico avanzan juntos y donde ninguna ventaja técnica justifica desplazar la responsabilidad educativa de las personas.

La educación aumentada centrada en la persona puede sintetizarse como una relación donde la tecnología expande acceso, representación y capacidad de creación mientras los seres humanos conservan propósito, juicio, vínculo y responsabilidad, visión que convierte el humanismo en criterio operativo para decidir qué automatizar, qué preservar y qué nuevas competencias desarrollar frente a sistemas cada vez más capaces.

3.4. El futuro del aprendizaje humano

El futuro del aprendizaje humano estará marcado por una convivencia creciente con sistemas capaces de generar contenidos, analizar información y ejecutar tareas que antes requerían intervención especializada, situación que no elimina la necesidad de aprender sino que transforma aquello que resulta prioritario dominar, mientras la OECD (2025) plantea que los sistemas educativos deben reconsiderar competencias, conocimientos, habilidades y actitudes ante el avance de la inteligencia artificial y la robótica.

La disponibilidad de IA aumenta el valor de capacidades que permiten formular problemas, interpretar contextos y evaluar consecuencias, porque cuando producir una respuesta resulta sencillo la calidad de la pregunta y del criterio utilizado para juzgarla adquiere mayor importancia, de modo que pensamiento crítico, creatividad, colaboración

y autorregulación se convierten en elementos estructurales del aprendizaje y no en complementos de los contenidos disciplinares.

El futuro tampoco puede construirse bajo la idea de que los conocimientos dejan de ser necesarios porque las máquinas pueden recuperarlos, ya que evaluar una respuesta y utilizarla de manera responsable exige disponer de marcos conceptuales internos, por ello la educación necesita equilibrar conocimiento disciplinar profundo con competencias para trabajar con sistemas inteligentes, evitando la falsa oposición entre saber y saber utilizar tecnología.

Miao, et al., (2024) proponen una progresión que conduce desde comprender la inteligencia artificial hasta aplicarla y crear con ella, enfoque que permite pensar el futuro del aprendizaje como desarrollo gradual de agencia y no como exposición temprana e indiscriminada a herramientas, mientras la dimensión humanista asegura que la formación tecnológica permanezca vinculada con ética, ciudadanía y sostenibilidad.

La transformación del trabajo incrementará además la importancia del aprendizaje permanente porque las personas necesitarán actualizar competencias a lo largo de trayectorias profesionales menos estables, por lo que escuelas y universidades deben formar capacidad para aprender, desaprender y reconstruir conocimientos en contextos cambiantes y no solamente preparar para funciones específicas que pueden modificarse mediante automatización.

El futuro del aprendizaje humano también dependerá de decisiones institucionales y políticas sobre acceso, privacidad, formación docente y calidad, porque la tecnología puede ampliar oportunidades o profundizar desigualdades según cómo se distribuya y gobierne, razón por la cual Camacho Marín et al., (2024) señalan que la innovación educativa requiere planificación, capacitación y estrategias capaces de responder a las condiciones concretas del sistema.

En consecuencia, el aprendizaje del futuro no puede definirse como una transferencia progresiva de funciones humanas hacia máquinas sino como una reorganización de la relación entre conocimiento, tecnología y agencia, donde las personas aprendan a colaborar con sistemas inteligentes sin perder capacidad para comprender, cuestionar y decidir, horizonte que la OECD (2025) y la UNESCO (2024) sitúan en el centro de los debates curriculares contemporáneos.

3.4.1. Competencias humanas en escenarios de automatización

Los escenarios de automatización obligan a reconsiderar qué competencias deben fortalecerse cuando determinados procedimientos pueden ser ejecutados por sistemas inteligentes, pero esta revisión no significa abandonar conocimientos fundamentales sino identificar cuáles capacidades permiten utilizar, supervisar y complementar la tecnología, mientras la OECD (2025) propone examinar de manera prospectiva si deben cambiar los énfasis curriculares y qué nuevas combinaciones de conocimientos, habilidades y actitudes serán necesarias.

El pensamiento crítico adquiere especial relevancia porque los sistemas generativos pueden producir respuestas plausibles que necesitan ser verificadas, de modo que aprender a evaluar evidencia, reconocer supuestos y contrastar perspectivas se convierte en una competencia transversal que protege autonomía intelectual y permite aprovechar la velocidad de la inteligencia artificial sin convertirla en autoridad incuestionable.

La creatividad también cambia de significado cuando las herramientas pueden producir múltiples alternativas en segundos, porque el valor humano se desplaza hacia definir propósitos, seleccionar posibilidades, combinar perspectivas y construir soluciones con significado contextual, por ello una educación orientada al futuro debe evaluar procesos creativos y decisiones y no solamente la novedad superficial del producto final.

La colaboración seguirá siendo esencial porque los problemas complejos requieren integrar conocimientos y negociar criterios entre personas con perspectivas diferentes, mientras la IA puede participar como recurso dentro del equipo sin reemplazar capacidades de comunicación, empatía y construcción de acuerdos, competencias que Galdames-Calderón et al., (2024) relacionan con metodologías basadas en retos y resolución de situaciones auténticas.

La alfabetización en inteligencia artificial constituye una nueva competencia transversal que incluye comprender principios básicos, reconocer límites, utilizar sistemas de manera ética y participar en decisiones sobre su diseño, mientras Miao, et al., (2024) organizan estas capacidades alrededor de mentalidad centrada en el ser humano, ética,

técnicas y aplicaciones y diseño de sistemas, ofreciendo una referencia para su incorporación curricular.

La adaptabilidad y el aprendizaje autónomo adquieren igualmente importancia porque las herramientas, ocupaciones y procedimientos cambiarán con mayor rapidez, de modo que las personas necesitarán identificar brechas de conocimiento, buscar formación y transferir habilidades entre contextos, capacidad que convierte la metacognición y la autorregulación en recursos esenciales para trayectorias de aprendizaje que continuarán después de la educación formal.

Las competencias humanas en escenarios de automatización deben entenderse finalmente como una combinación de conocimiento disciplinar, pensamiento crítico, creatividad, colaboración, ética y capacidad de aprender, arquitectura que evita presentar al ser humano en competencia directa con la máquina y que orienta la educación hacia aquello que permite utilizar la automatización con propósito, responsabilidad y sentido social (OECD, 2025; Miao, et al., 2024).

3.4.2. Aprendizaje permanente y nuevas relaciones entre humanos y máquinas

El aprendizaje permanente adquiere una importancia estratégica porque la transformación tecnológica modifica tareas, profesiones y formas de participación social con una velocidad que supera los ciclos tradicionales de formación inicial, por lo que la educación necesita preparar a las personas para actualizar conocimientos durante toda la vida y no solamente para obtener una credencial, perspectiva que

la OECD (2025) vincula con la necesidad de revisar competencias frente a sistemas de inteligencia artificial y robótica cada vez más capaces.

Las nuevas relaciones entre humanos y máquinas pueden adoptar formas de asistencia, colaboración y supervisión, de modo que una persona utilizará sistemas inteligentes para explorar información, automatizar operaciones o generar alternativas mientras conserva responsabilidad sobre objetivos y decisiones, configuración que requiere alfabetización suficiente para comprender cuándo confiar, cuándo verificar y cuándo prescindir de la herramienta.

El aprendizaje permanente también puede ser apoyado por sistemas capaces de ofrecer recursos personalizados y orientación bajo demanda, ampliando oportunidades para quienes necesitan actualizar competencias fuera de instituciones formales, aunque esta flexibilidad debe acompañarse de criterios de calidad y reconocimiento para evitar que la abundancia de contenidos produzca trayectorias fragmentadas sin objetivos claros.

La relación humano–máquina no debe concebirse como una dependencia irreversible sino como una competencia regulable, por lo que la formación debería incluir experiencias donde las personas alternen entre trabajo asistido y autónomo y puedan demostrar que conservan capacidades esenciales aun cuando la herramienta no esté disponible, principio que protege resiliencia cognitiva y evita convertir la infraestructura tecnológica en condición absoluta para actuar.

Los docentes también necesitarán aprendizaje profesional permanente porque las posibilidades y riesgos de la IA cambian con rapidez, razón por la cual Miao y Cukurova (2024) incorporan el uso de inteligencia artificial para el desarrollo profesional como una de las dimensiones de su marco docente y proponen una progresión desde adquisición hasta profundización y creación que reconoce el carácter continuo de estas competencias.

Las instituciones deberán facilitar ecosistemas donde formación formal, microaprendizajes, proyectos y comunidades profesionales puedan conectarse, evitando que la actualización dependa exclusivamente de iniciativas individuales, mientras Camacho Marín et al., (2024) destacan la necesidad de capacitación continua para que la integración tecnológica produzca mejoras reales y no amplíe diferencias entre quienes disponen de mayores oportunidades de formación.

En el futuro, aprender durante toda la vida significará construir una relación consciente con máquinas que pueden ampliar capacidades sin definir por sí mismas los propósitos humanos, de modo que la educación permanente deberá integrar conocimiento, ética y autorregulación para que cada persona pueda adaptarse a nuevas herramientas conservando autonomía y capacidad para decidir qué tipo de colaboración tecnológica resulta apropiada en cada contexto.

3.4.3. Hacia un modelo de educación aumentada centrado en el ser humano

Un modelo de educación aumentada centrado en el ser humano puede construirse a partir de cinco componentes interdependientes: persona, pedagogía, conocimiento científico del aprendizaje, inteligencia artificial y ética, donde la persona ocupa el centro porque define propósitos y conserva responsabilidad, la pedagogía organiza experiencias, la ciencia aporta evidencia sobre cómo se aprende, la tecnología amplía posibilidades y la ética establece límites para que la innovación permanezca al servicio del desarrollo humano.

El primer principio del modelo corresponde a la agencia humana, entendida como capacidad de estudiantes y docentes para tomar decisiones significativas sobre el proceso educativo, principio coherente con Miao, et al., (2024) y Miao y Cukurova (2024), cuyos marcos de competencias sitúan la mentalidad centrada en el ser humano como fundamento previo a las técnicas y aplicaciones de inteligencia artificial.

El segundo principio corresponde a la ampliación sin sustitución, según el cual la tecnología debe asumir operaciones que permitan dedicar mayores recursos a comprensión, creatividad, colaboración y resolución de problemas pero no reemplazar sistemáticamente los procesos que constituyen el objetivo de aprendizaje, criterio que permite distinguir una educación aumentada de una educación automatizada y ofrece una regla práctica para decidir cuándo incorporar inteligencia artificial.

El tercer principio corresponde a la adaptabilidad con equidad, porque personalizar significa ofrecer apoyos y rutas flexibles sin reducir al estudiante a un perfil algorítmico ni limitar sus oportunidades futuras, de modo que las recomendaciones deben ser transparentes, revisables y compatibles con experiencias colectivas donde la diversidad se convierta en recurso para aprender y no en fundamento para separar permanentemente trayectorias.

El cuarto principio corresponde a la evaluación auténtica y trazable, donde las evidencias permiten reconocer qué sabe hacer la persona, cómo utilizó herramientas y qué decisiones tomó durante el proceso, orientación respaldada por Chiu et al., (2024), quienes plantean que la inteligencia artificial generativa exige transformar la evaluación para fortalecer autorregulación, responsabilidad e integridad en lugar de conservar tareas cuya validez se ha debilitado.

El quinto principio corresponde al humanismo ético, que exige proteger privacidad, diversidad, autoría y posibilidad de revisión mientras se utilizan sistemas inteligentes, de modo que ninguna mejora de eficiencia justifique prácticas de vigilancia o decisiones opacas, perspectiva convergente con Archambault et al., (2024) y con el enfoque de UNESCO sobre inteligencia artificial segura, responsable e inclusiva.

Este modelo se propone como una construcción conceptual para orientar investigación y diseño institucional y no como un esquema empíricamente validado, por lo que su desarrollo futuro requerirá operacionalizar componentes, construir indicadores y evaluar resultados en contextos diversos, aunque ofrece desde ahora una síntesis coherente

para comprender la educación aumentada como un ecosistema donde inteligencia artificial, pedagogía y capacidades humanas se relacionan bajo una finalidad inequívoca: ampliar las posibilidades de aprender sin reducir aquello que nos hace humanos.

Figura 3



Nuevas fronteras del aprendizaje humano: pedagogías, evaluación inteligente, humanismo y futuro de la educación aumentada

BIBLIOGRAFÍA

Ahn, M., et al. (2025). Cognitive frontiers: Neurotechnology and global internet governance. *Frontiers in Digital Health*. https://doi.org/10.3389/fdgth.2025.1690489

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

Alipoor, J., & Pourrashidi, H. (2024). A critical study on the researches about the application of neurotechnology in education. *International Journal of Neuroscience, 135*(4), 496–503. https://doi.org/10.1080/00207454.2024.2311231

Archambault, S. G., Ramachandran, S., Acosta, E., & Fu, S. (2024). Ethical dimensions of algorithmic literacy for college students: Case studies and cross-disciplinary connections. *The Journal of Academic Librarianship, 50*(3), 102865. https://doi.org/10.1016/j.acalib.2024.102865

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

Bal, M., Kara Aydemir, A. G., & Tepetaş Cengiz, G. Ş. (2024). Examining the relationship between language development, executive function, and screen time: A systematic review. *PLOS ONE, 19*(12), e0314540. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314540

Basumatary, D., & Maity, R. (2023). Effects of augmented reality in primary education: A literature review. *Human Behavior and Emerging Technologies, 2023*, 4695759. https://doi.org/10.1155/2023/4695759

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

Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., Pham, P., Chong, S. W., & Siemens,

G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 21*, 4. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z

Camacho Marín, R. J. (2025). Inteligencia artificial en el aula: Desafíos y oportunidades para la educación del siglo XXI. *Revista Multidisciplinar Ciencia y Descubrimiento, 3*(1). https://doi.org/10.63816/92rwmv16

Camacho Marín, R. J., Aguinsaca Hurtado, B. F., Chicaiza Llugcha, K. M., & Monar Suárez, M. A. (2024). El uso de tecnologías digitales en el aula: Evaluación de la eficacia de las plataformas de aprendizaje en el desarrollo de habilidades del siglo XXI en estudiantes de secundaria. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, *4*(3), 1034–1054. https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i3.464

Camacho Marín, R. J., Angulo García, K. E., & Polanco Fajardo, M. (2026). Aprender sin límites: Reimaginando la educación del siglo XXI. *Revista Multidisciplinar Ciencia y Descubrimiento, 4*(3). https://doi.org/10.63816/qezjvk70

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., Cadena Heredia, V., Murquincho Pinta, M. L., Pesantez Reyes, M. U., & Semanate Zapata, R. D. (2023). Proceso de calidad del sistema educativo en el Ecuador: Un análisis integral y prospectivo. *Revista InveCom*, *4*(1), 1–16. https://doi.org/10.5281/zenodo.8310291

Camacho Marín, R. J., & Camacho Marín, R. A. (2026). Teoría del aprendizaje colaborativo y contextualizado (TACC): Un enfoque innovador para el desarrollo de habilidades en contextos reales. *Revista Multidisciplinar 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*. Editorial Ciencia y Descubrimiento. https://doi.org/10.63816/n3ks7p94

Camacho Marín, R. J., Espada Leyton, X. G., Paravicini Zarate, C. E., & Delgado Herrera, E. G. (2026). *Neuropedagogía digital: El nuevo mapa del aprendizaje humano*. Editorial Ciencia y Descubrimiento. https://doi.org/10.63816/b89sqx78

Camacho Marín, R. J., Linares Terán, I. Y., Cevallos Lozano, L. J., Semanate Zapata, R. D., & Castro González, A. E. (2024). Gerencia educativa: Estrategias innovadoras con las IA en el sistema educativo de Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8*(4), 6134–6158. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12817

Camacho Marín, R. J., & Primera Cuauro, D. J. (2026). Impacto de la inteligencia artificial generativa en el desarrollo de competencias digitales y pensamiento crítico en estudiantes del subnivel media general. *Revista Multidisciplinar Ciencia y Descubrimiento, 4*(2). https://doi.org/10.63816/sdz8b985

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

Chiu, T. K. F., et al. (2024). A scoping review on how generative artificial intelligence transforms assessment in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. https://doi.org/10.1186/s41239-024-00468-z

Coban, M., Bolat, Y. I., & Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, *36*, 100452. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452

Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*, 22. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8

Dave, G. S. (2026). The illusion of learning: Generative AI and cognitive offloading in distance education. *Quarterly Review of Distance Education*, 1–13. https://doi.org/10.1108/QRDE-06-2026-0031

Doulougeri, K., Vermunt, J. D., Bombaerts, G., & Bots, M. (2024). Challenge-based learning implementation in engineering education: A systematic literature review. *Journal of Engineering Education*, *113*(4), 1076–1106. https://doi.org/10.1002/jee.20588

Eaton, S. E. (2024). Future-proofing integrity in the age of artificial intelligence and neurotechnology: Prioritizing human rights, dignity, and equity. *International Journal for Educational Integrity, 20,* 21. https://doi.org/10.1007/s40979-024-00175-2

Effects of adaptive feedback generated by a large language model: A case study in teacher education. (2024). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100349. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100349

Emerging technologies in higher education assessment and feedback practices: A systematic literature review. (2024). *Journal of Systems and Software, 211*, 111988. https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.111988

Erat, K., Şahin, E. B., Doğan, F., & Merdanoğlu, N. (2024). Emotion recognition with EEG-based brain-computer interfaces: A systematic literature review. *Multimedia Tools and Applications, 83*, 79647–79694. https://doi.org/10.1007/s11042-024-18259-z

Franceschini, S., et al. (2024). Action video games normalise the phonemic awareness in pre-readers at risk for developmental dyslexia. *npj Science of Learning, 9,* 25. https://doi.org/10.1038/s41539-024-00230-0

Galdames-Calderón, M., Pedersen, A. S., & Rodriguez-Gomez, D. (2024). Systematic review: Revisiting challenge-based learning teaching practices in higher education. *Education Sciences, 14*(9), 1008. https://doi.org/10.3390/educsci14091008

Gandini, M. F., & Morselli, D. (2026). Challenge-based learning implementation in K-12 education: A systematic literature review. *Frontiers in Education*. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1680347

García-Martínez, I., Torres-Hernández, N., Espinosa-Fernández, I., & Checa-Domene, L. (2023). Mapeo sobre el uso de la neurotecnología en educación desde una perspectiva ética. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 68*, 273–304. https://doi.org/10.12795/pixelbit.100461

Guo, H., Johnson, M., Ercikan, K., Saldivia, L., & Worthington, M. (2024). Large-scale assessments for learning: A human-centred AI approach to contextualizing test performance. *Journal of Learning Analytics, 11*(2), 229–245. https://doi.org/10.18608/jla.2024.8007

Gutiérrez Proenza, J. (2025). Neuroderechos y derechos humanos en la era de la neurotecnología:

¿Regulación necesaria o inevitable? *Iuris Dictio, 36*. https://doi.org/10.18272/iu.i36.3532

IEEE Brain. (2025). *Education: Ethical issues*. IEEE Brain Neuroethics Framework.

Iqbal, J., Hashmi, Z. F., Asghar, M. Z., & Abid, M. N. (2025). Generative AI tool use enhances academic achievement in sustainable education through shared metacognition and cognitive offloading among preservice teachers. *Scientific Reports*.

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., & Kasneci, G. (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

Kestin, G., et al. (2024). Enhancing active learning through collaboration between human teachers and generative AI. *Computers and Education Open, 6*, 100183. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100183

Khalid, N., Kasbun, R., & Ab Rahman, N. F. (2026). Efficiency, engagement, and cognitive offloading: A review of generative AI in education. *International Journal of Education, Psychology and Counselling*. https://doi.org/10.35631/IJEPC.1162072

Lee, S. S., & Moore, R. L. (2024). Harnessing generative AI (GenAI) for automated feedback in higher education: A systematic review. *Online Learning, 28*(3). https://doi.org/10.24059/olj.v28i3.4593

Li, P., Legault, J., & Litcofsky, K. A. (2014). Neuroplasticity as a function of second language learning: Anatomical changes in the human brain. *Cortex, 58*, 301–324. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2014.05.001

Liu, Y., Huang, S., Xu, W., Wang, Z., et al. (2024). An fMRI study on the generalization of motor learning after brain actuated supernumerary robot training. *npj Science of Learning, 9*, 80. https://doi.org/10.1038/s41539-024-00294-y

Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. https://doi.org/10.54675/ZJTE2084

Miao, F., Shiohira, K., & Lao, N. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO.

Nakamura, D. (2026). Augmentation or erosion? Regulating cognitive offloading in generative AI-supported STEM learning. *Educational Psychology Review, 38*, 124. https://doi.org/10.1007/s10648-026-10224-6

Navarrete-Cazales, Z., Cruz-Victoria, J. C., & Manzanilla-Granados, H. M. (2026). Autoría e integridad académica ante la inteligencia artificial generativa en educación superior. *Educación Superior y Sociedad, 37*(2). https://doi.org/10.54674/ess.v37i2.1174

OECD. (2023). *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/c74f03de-en

OECD. (2025). *What should teachers teach and students learn in a future of powerful AI?* OECD Education Spotlights, No. 20. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/ca56c7d6-en

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

Rojas-Sánchez, M. A., Palos-Sánchez, P. R., & Folgado-Fernández, J. A. (2023). Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Education and Information Technologies, 28*, 155–192. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11167-5

Roy, B. K., & Jony, M. S. (2026). Generative AI and critical thinking in higher education: Students' narratives of cognitive offloading. *Journal of Interdisciplinary Studies in Education*. https://doi.org/10.32674/jey59q25

Schalk, G., Brunner, P., Allison, B. Z., et al. (2024). Translation of neurotechnologies. *Nature Reviews Bioengineering, 2*, 637–652. https://doi.org/10.1038/s44222-024-00185-2

Seung, Y., & Basham, J. D. (2026). Cognitive offloading in the age of generative AI: What does it mean for students with learning disabilities? *Journal of Learning Disabilities, 49*(3). https://doi.org/10.1177/07319487261439132

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

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments, 10,* 15. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x

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

UNESCO. (2024). *Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?* UNESCO. https://doi.org/10.54676/NEDS2300

UNESCO. (2025). *Recommendation on the ethics of neurotechnology*. UNESCO.

Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6

education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, *35*, 100434. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100434

Yu, Z., & Xu, W. (2022). A meta-analysis and systematic review of the effect of virtual reality technology on users' learning outcomes. *Computer Applications in Engineering Education, 30*(5), 1470–1484. https://doi.org/10.1002/cae.22532

La educación se encuentra ante una transformación que difícilmente puede explicarse únicamente como consecuencia de la incorporación de nuevas tecnologías, pues aquello que está cambiando no es solo la herramienta utilizada para enseñar, sino también la manera de acceder al conocimiento, construirlo, interpretarlo y convertirlo en aprendizaje, mientras la inteligencia artificial comienza a participar en actividades vinculadas con la creación, el razonamiento y la toma de decisiones, la neurociencia amplía nuestra comprensión sobre los procesos que intervienen cuando una persona aprende y las tecnologías emergentes abren escenarios que hace pocos años pertenecían exclusivamente al terreno de la imaginación.

Editorial
CIENCIA Y DESCUBRIMIENTO