



Byron Patricio Castro Mosquera, Yesenia Vanesa Idrobo Bermeo
Dayse Elizabeth Rojano Montero, Marcia Edith Lusina Arce,
Rosy Esperanza Moya Soria, Jenny Paola Urquizo Buenaño

Un cerebro que aprende

**Neurociencia, psicología cognitiva y ciencias
del aprendizaje aplicadas a la educación**

Un cerebro que aprende

*Neurociencia, psicología cognitiva y ciencias
del aprendizaje aplicadas a la educación*

Autor/es:

Byron Patricio Castro Mosquera

Universidad Técnica de Ambato

Yesenia Vanesa Idrobo Bermeo

Universidad Técnica de Ambato

Dayse Elizabeth Rojano Montero

Universidad Estatal Amazónica

Marcia Edith Lusina Arce

U.E.F. F.F.A.A. COMIL N.º 6

Rosy Esperanza Moya Soria

Investigadora Independiente

Jenny Paola Urquizo Buenaño

Unidad Educativa Vicente Anda Aguirre



SAPIENS EDICIONES
NUTRIENDO TU SABIDURÍA

Sapiens Ediciones

Ecuador, Milagro, Av. Jaime Roldos Aguilera y Juan León Mera.

Contacto: +593 96 194 8454

Email: editor@sapiensediciones.com

<https://sapiensediciones.com/>

Datos de la Catalogación Bibliográfica

Castro Mosquera, B. P.
Idrobo Bermeo, Y. V.
Rojano Montero, D. E.
Lusina Arce, M. E.
Moya Soria, R. E.
Urquiza Buenaño, J. P.

Un cerebro que aprende: Neurociencia, psicología cognitiva y ciencias del aprendizaje aplicadas a la educación.

Sapiens Ediciones, Ecuador, 2026

ISBN: 978-9907-9579-2-1

Formato: 210 mm X 270 mm

186 págs.

Director General:

Luis David Bastidas González

Editor en Jefe:

Katiuska Adelaida Bastidas González

Editor Académico:

Guillermo Alejandro Zaragoza Alvarado

Supervisor de Producción:

Danner Anderson Figueroa Guerra

Diseño:

Sapiens Ediciones

Consejo Editorial:

Sapiens Ediciones

Primera Edición, 2026

D.R. © 2026 por Autores y Sapiens Ediciones.

Cámara Ecuatoriana del Libro con registro editorial No 978-9907-9579-2-1

Publicación en acceso abierto: Disponible para descarga gratuita: <https://sapiensediciones.com/>.

Sus contenidos pueden ser reproducidos, distribuidos, impresos o utilizados con fines académicos, investigativos o educativos, siempre que se otorgue el reconocimiento correspondiente a los autores como titulares de los derechos de propiedad intelectual. Dicho uso no implica necesariamente la aprobación de las opiniones, productos o servicios derivados. En los casos en que el material provenga de fuentes externas o de terceros, será necesario solicitar las autorizaciones directamente a la fuente original indicada.

Reseña de Autores

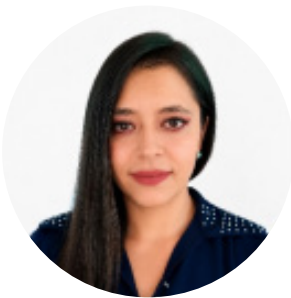


Byron Patricio Castro Mosquera

Licenciado en Lingüística Aplicada con mención en Enseñanza del Inglés y Máster en Innovación en Educación. Se desempeña como Técnico Docente de Inglés en la Universidad Técnica de Ambato. Su trayectoria académica se enfoca en la enseñanza del inglés como lengua extranjera, la innovación educativa y la aplicación de metodologías contemporáneas en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Cuenta con diversas publicaciones relacionadas con educación y formación docente. Sus intereses académicos incluyen la innovación pedagógica, la lingüística aplicada, el desarrollo de competencias comunicativas y la integración de recursos tecnológicos para fortalecer la enseñanza de idiomas en contextos educativos.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3256-4911>

Email: bp.castro@uta.edu.ec



Yesenia Vanesa Idrobo Bermeo

Docente e investigadora de la Universidad Técnica de Ambato, vinculada al área de enseñanza del inglés y al fortalecimiento de competencias comunicativas en diversos contextos educativos. Su trabajo se orienta a la innovación pedagógica, la integración de recursos digitales y el desarrollo de experiencias de aprendizaje significativas, inclusivas y centradas en el estudiante. Ha participado en investigaciones sobre podcasts, escritura digital, composición multimodal y aprendizaje del inglés como lengua extranjera. Se distingue por su compromiso con la mejora de la práctica docente, la investigación y la generación de propuestas orientadas a favorecer una educación de calidad.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8674-8172>

Email: yv.idrobo@uta.edu.ec

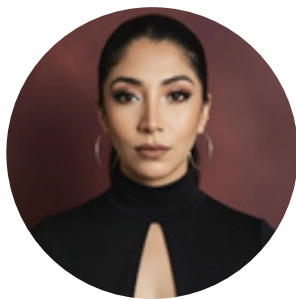


Dayse Elizabeth Rojano Montero

Estudiante del sexto semestre de la carrera de Educación Inicial en la Universidad Estatal Amazónica. Actualmente se desempeña como maestra sombra y pasante, experiencias que le han permitido fortalecer sus habilidades pedagógicas y su compromiso con la formación integral de la niñez. Su interés académico se centra en el diseño curricular, la innovación educativa y la aplicación de metodologías activas en el aula. Con dedicación y vocación, busca aportar a la educación inicial desde una perspectiva humanista y creativa, orientada al desarrollo de valores, aprendizajes significativos y experiencias educativas que favorezcan el crecimiento infantil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6781-3578>

Email: dayserojanoc@gmail.com

**Marcia Edith Lusina Arce**

Comunicadora Social y Magíster en Lingüística y Literatura, con ocho años de experiencia docente, principalmente en el área de Lengua y Literatura. Su trayectoria se orienta a la animación a la lectura, la lectura crítica, la comunicación y el desarrollo de prácticas educativas inclusivas. Integra el lenguaje, la literatura y la educación como ejes fundamentales de su labor profesional. Participa como autora de la obra colectiva *Aulas Neurodivergentes*, publicada por Sapiens Ediciones en 2026, reflejando su compromiso con una educación humanista, inclusiva y transformadora que reconoce la diversidad y fortalece los aprendizajes.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4115-9805>

Email: edithlusinaarce@gmail.com

**Rosy Esperanza Moya Soria**

Profesional formada en Ciencias Administrativas y Ciencias de la Educación, con una Maestría en Educación Básica. Su trayectoria se caracteriza por el compromiso con la formación continua, la responsabilidad y la vocación de servicio. Su experiencia en distintas áreas le ha permitido fortalecer competencias profesionales y educativas orientadas a la enseñanza y al acompañamiento de niños y jóvenes. Mantiene un constante interés por actualizar sus conocimientos, enfrentar nuevos desafíos y contribuir positivamente a la sociedad mediante una educación basada en valores, perseverancia, aprendizaje permanente y desarrollo integral, aportando desde su preparación al ámbito educativo.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5516-6595>

Email: rorosymoyasoria@yahoo.es

**Jenny Paola Urquizo Buenaño**

Cuenta con doce años de experiencia como docente en el ámbito educativo. Ha desarrollado parte de su trayectoria profesional en la Unidad Educativa Naciones Unidas y actualmente se desempeña como docente en la Unidad Educativa Vicente Anda Aguirre. Su experiencia se orienta a la pedagogía, la didáctica, las estrategias de enseñanza-aprendizaje y la innovación educativa. Su labor se enfoca en fortalecer los procesos de enseñanza, promover aprendizajes significativos y contribuir al desarrollo integral de los estudiantes mediante prácticas pedagógicas pertinentes y comprometidas con la calidad educativa, favoreciendo experiencias formativas acordes con las necesidades estudiantiles.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1570-9982>

Email: jennypao73@hotmail.com

Índice

Capítulo 1: Un cerebro que cambia: neuroplasticidad y las bases del aprendizaje.....	1
Introducción.....	2
Objetivos del capítulo	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Neuroplasticidad: fundamentos de un cerebro dinámico.....	5
Aprendizaje y sueño.....	14
Neuromitos y neuroplasticidad.....	17
Formación docente y neuroeducación.....	18
Profundización: plasticidad, diversidad y diseño de experiencias de aprendizaje	20
Plasticidad dependiente de la experiencia y diferencias individuales	20
Neuroeducación y comprensión lectora	21
Tecnología educativa sin determinismo neurocientífico	21
Implicaciones para una pedagogía de altas expectativas con apoyo	22
Preguntas para profundizar la práctica docente	22
Implicaciones para el diseño de trayectorias de aprendizaje.....	23
De la plasticidad cerebral a la plasticidad pedagógicamente relevante.....	24
Diferencias individuales, apoyos y expectativas.....	25
Actividad física, enriquecimiento y límites de la inferencia	25
Evaluar el cambio: del desempeño inicial a la transferencia.....	26
Criterio de cierre del capítulo: cambio, evidencia y contexto	27
Conclusiones	27
Capítulo 2: Atención, memoria y olvido: enseñar para que el aprendizaje permanezca.....	30
Introducción.....	31
Objetivos del capítulo	33
Objetivo general.....	33
Objetivos específicos.....	33
Profundización: arquitectura de la memoria y diseño para la permanencia	49
Disponibilidad y accesibilidad de la información	49
Codificación elaborativa y organización del conocimiento	49

Recuperación, retroalimentación y dificultad productiva	50
Sueño, descanso y consolidación	50
Atención y memoria en entornos digitales	51
Diseñar para recordar después de la evaluación	51
De la memoria inmediata al currículo acumulativo	52
Arquitectura cognitiva y diseño de explicaciones	53
Recuperación, espaciado y aprendizaje durable	53
Distracción digital y control del entorno	54
Diseñar evaluaciones que también enseñen	55
Criterio de cierre del capítulo: recordar para poder utilizar	56
Conclusiones	56
Capítulo 3: Emoción, motivación y curiosidad: condiciones para aprender	58
Introducción	59
Objetivos del capítulo	61
Objetivo general.....	61
Objetivos específicos.....	61
Emociones académicas	62
Seguridad psicológica en el aula	71
Profundización: emoción, regulación y compromiso con el aprendizaje	80
Emociones académicas y emociones epistémicas	80
Regulación emocional y rendimiento.....	80
Curiosidad como apertura a una pregunta	81
Relaciones, seguridad psicológica y exigencia	81
Estrés académico y límites de la intervención docente	81
Motivación, tecnología y participación significativa	82
Motivación sostenible y experiencia de progreso.....	82
Emociones académicas como información y no como etiquetas	84
Curiosidad, incertidumbre y profundidad de la pregunta.....	84
Bienestar, pertenencia y exigencia académica.....	85
Agencia del estudiante y sentido de la tarea	85
Criterio de cierre del capítulo: emoción al servicio del aprendizaje	86
Capítulo 4: Funciones ejecutivas, metacognición y autorregulación	89

Introducción.....	90
Objetivos del capítulo	92
Objetivo general.....	92
Objetivos específicos.....	92
Funciones ejecutivas y rendimiento académico	95
Procrastinación y redes sociales	100
Atención sostenida y pausas	103
Cuaderno de errores	105
Profundización: funciones ejecutivas, metacognición y autonomía	113
Funciones ejecutivas como familia de procesos	113
Metacognición: conocer y regular el propio aprendizaje.....	114
Autorregulación y rendimiento académico.....	114
Procrastinación: conducta, contexto y estrategia	115
Neurofeedback y autorregulación: una evidencia emergente.....	115
Funciones ejecutivas, actividad física y contexto	115
Enseñar autorregulación sin delegar la enseñanza	116
Metacognición: precisión del juicio y regulación	117
Planificación, procrastinación y diseño de condiciones	117
Autorregulación en entornos presenciales, híbridos y en línea	118
De la regulación externa a la autonomía académica	118
Criterio de cierre del capítulo: autonomía enseñada.....	119
Conclusiones	120
Capítulo 5: Neuroeducación con criterio: evidencia, neuromitos y decisiones pedagógicas.....	122
Introducción.....	123
Objetivos del capítulo	125
Objetivo general.....	125
Objetivos específicos.....	125
Profundización: neuroeducación crítica, tecnología y ética.....	146
Del hallazgo neurocientífico a la decisión pedagógica	146
Neurotecnologías, privacidad mental y autonomía	147
Interfaces cerebro-computadora: potencial y límites educativos.....	147
Neuroeducación en contextos latinoamericanos.....	148

Formación docente para evaluar afirmaciones sobre el cerebro.....	148
Criterios institucionales para adoptar innovaciones	149
Agenda de investigación y actualización profesional	149
Alfabetización científica docente como competencia profesional	150
Jerarquía de evidencia y decisiones pedagógicas	151
Neuromitos: por qué persisten y cómo refutarlos	151
De la evidencia general al contexto local	152
Criterios para comunicar evidencia sin exagerarla.....	152
Criterio de cierre del capítulo: evidencia antes que autoridad	153
Conclusiones	154
Capítulo 6: Neuroeducación digital, inteligencia artificial y ética del aprendizaje	156
Introducción.....	157
Inteligencia artificial como apoyo cognitivo.....	157
Atención, plataformas y economía de la distracción	158
Analítica del aprendizaje y límites de la predicción	159
Neurotecnologías y medición de estados cognitivos	160
Privacidad cognitiva y neuroderechos	161
Equidad y brecha digital.....	162
Formación docente para la era de la neurotecnología	163
Investigación educativa y calidad de la evidencia	163
Aplicación: protocolo institucional para evaluar una tecnología	164
Aplicación: diseño de una secuencia con inteligencia artificial.....	165
Aplicación: alfabetización en datos y privacidad.....	166
Evaluación del aprendizaje con apoyo digital	167
Gobernanza pedagógica de la inteligencia artificial.....	168
Inteligencia artificial y esfuerzo cognitivo productivo.....	169
Privacidad, inferencia y proporcionalidad.....	169
Equidad, accesibilidad y sesgo algorítmico	170
Cierre integrador: de la evidencia a una pedagogía responsable	170
Cierre integrador: criterios para la práctica	171
Cierre integrador: una agenda de responsabilidad educativa	171
Competencias del estudiante para aprender con inteligencia artificial	172

Criterio final de la obra: innovación con propósito, evidencia y responsabilidad.....	173
Síntesis operativa para instituciones y docentes.....	173
Conclusiones	175
Guía final para el uso profesional de la evidencia.....	176
Referencias	184

INTRODUCCIÓN

Comprender cómo aprenden las personas constituye uno de los desafíos centrales de la educación contemporánea. Durante las últimas décadas, los avances en neurociencia, psicología cognitiva, psicología educativa y ciencias del aprendizaje han permitido ampliar el conocimiento sobre procesos relacionados con la memoria, la atención, la emoción, la motivación, la neuroplasticidad, las funciones ejecutivas y la autorregulación. Sin embargo, trasladar estos conocimientos al aula exige prudencia, interpretación crítica y una adecuada articulación con la pedagogía. Este libro parte de una idea fundamental: ninguna disciplina explica por sí sola la complejidad del aprendizaje humano. La neurociencia puede aportar información relevante sobre el funcionamiento y la plasticidad del sistema nervioso; la psicología cognitiva permite comprender procesos como atención, memoria y recuperación; la psicología educativa aporta modelos sobre motivación, metacognición y autorregulación; y las ciencias de la educación permiten integrar estos conocimientos con el currículo, la enseñanza, la evaluación y el contexto escolar.

Por esta razón, la obra no presenta “métodos cerebrales” ni recetas universales. Su propósito es ofrecer principios educativos informados por evidencia que ayuden a docentes y profesionales de la educación a formular mejores preguntas, diseñar experiencias de aprendizaje más rigurosas y distinguir entre afirmaciones científicamente fundamentadas y simplificaciones que pueden convertirse en neuromitos o concepciones educativas incorrectas. A lo largo de seis capítulos se desarrolla un recorrido progresivo. El primer capítulo analiza la neuroplasticidad y su relación con la experiencia y el aprendizaje, evitando interpretaciones deterministas o exageradas sobre la capacidad de cambio del cerebro. El segundo aborda la atención, la memoria, el olvido, la recuperación y la práctica distribuida, con énfasis en las condiciones que favorecen aprendizajes más duraderos.

El tercero examina la influencia de las emociones, la motivación y la curiosidad sobre la participación, la persistencia y la construcción de significado. El cuarto estudia las funciones ejecutivas, la metacognición y el aprendizaje autorregulado, diferenciando estos constructos y analizando cómo la planificación, el monitoreo y la regulación pueden enseñarse progresivamente. El quinto desarrolla una lectura crítica de la relación entre neurociencia y educación, con especial atención a la calidad

de la evidencia, los neuromitos y la toma de decisiones pedagógicas. El sexto integra el recorrido en los entornos contemporáneos de aprendizaje digital y examina la inteligencia artificial, la analítica educativa, las neurotecnologías, la privacidad, la equidad y la ética. De este modo, el cierre de la obra no se sitúa en la refutación de neuromitos, sino en la capacidad de utilizar la evidencia con responsabilidad frente a tecnologías que amplían tanto las oportunidades como los riesgos educativos.

El cerebro participa en el aprendizaje, pero no constituye una explicación completa de la experiencia educativa. Asimismo, las estrategias presentadas en esta obra no deben interpretarse como prescripciones clínicas ni como procedimientos para diagnosticar dificultades de aprendizaje, trastornos o condiciones del neurodesarrollo. Cuando una dificultad es intensa, persistente o afecta significativamente distintas áreas del funcionamiento, su valoración corresponde a profesionales especializados. El objetivo del libro es estrictamente educativo: contribuir a una práctica pedagógica mejor informada, más reflexiva y más crítica frente al uso de afirmaciones sobre el cerebro y el aprendizaje. En este sentido, la evidencia científica se concibe como una herramienta para orientar decisiones, no como sustituto del juicio profesional docente.

Las investigaciones deben interpretarse considerando sus métodos, poblaciones, contextos y limitaciones. Una estrategia que resulta eficaz en determinadas condiciones no necesariamente produce los mismos efectos en todas las personas, edades, contenidos o entornos educativos. La propuesta central de esta obra puede resumirse en una integración: neurociencia + psicología cognitiva + psicología educativa + ciencias de la educación + experiencia profesional + contexto. Desde esta perspectiva, enseñar mejor no significa convertir el aula en un laboratorio ni utilizar términos neurocientíficos para justificar cada decisión. Significa comprender con mayor profundidad los procesos que intervienen en el aprendizaje, evaluar críticamente la evidencia disponible y transformar ese conocimiento en decisiones pedagógicas pertinentes, responsables y ajustadas a las necesidades reales de los estudiantes.

Capítulo

Un cerebro que cambia:
neuroplasticidad y las bases del
aprendizaje

01

Introducción

El aprendizaje constituye uno de los procesos más complejos y determinantes del desarrollo humano. Desde los primeros años de vida hasta la adultez, las personas incorporan conocimientos, desarrollan habilidades, modifican conductas, construyen estrategias y reorganizan continuamente la manera en que interpretan y responden al entorno. Estos cambios no ocurren únicamente en el plano observable del comportamiento, sino que se relacionan con transformaciones funcionales y estructurales dentro del sistema nervioso. La neuroplasticidad constituye uno de los principales fundamentos científicos para comprender esta capacidad de adaptación. El término hace referencia a la posibilidad del cerebro de modificar determinados patrones de funcionamiento y organización como resultado de la experiencia, el aprendizaje, la práctica y diferentes condiciones ambientales. Esta característica permite comprender al cerebro como un sistema dinámico y no como una estructura completamente determinada desde el nacimiento.

Los avances recientes en neurociencia han confirmado que la plasticidad cerebral no se limita exclusivamente a la infancia. Aunque determinados periodos del desarrollo presentan una sensibilidad particular a ciertas experiencias, la capacidad de reorganización cerebral continúa durante diferentes etapas de la vida. Una revisión publicada por Milbocker et al. (2024) destaca precisamente que el aprendizaje, la actividad física y el enriquecimiento ambiental participan en procesos asociados con la plasticidad cerebral durante distintas etapas vitales. De manera complementaria, Baker et al. (2025) señalan que la adolescencia constituye un periodo especialmente relevante debido a los procesos de reorganización neuronal, mielinización, poda sináptica y sensibilidad aumentada a las experiencias sociales y ambientales. Estos procesos permiten comprender por qué los contextos educativos, las relaciones sociales y las oportunidades de aprendizaje pueden adquirir particular importancia durante esta etapa del desarrollo.

Desde una perspectiva educativa, reconocer la neuroplasticidad modifica la manera de comprender el aprendizaje. Las capacidades observadas en un momento determinado no deberían interpretarse necesariamente como límites definitivos. El estudiante puede desarrollar conocimientos, estrategias

y habilidades cuando dispone de oportunidades adecuadas de enseñanza, práctica, retroalimentación y acompañamiento. Sin embargo, la neuroplasticidad tampoco debe convertirse en una explicación simplificada de todos los procesos educativos. La afirmación de que “el cerebro cambia” no significa que cualquier estrategia produzca aprendizaje ni que todas las personas puedan alcanzar exactamente los mismos resultados mediante idénticas experiencias. El aprendizaje humano es el resultado de la interacción entre múltiples dimensiones: características biológicas, conocimientos previos, atención, memoria, motivación, emociones, práctica, condiciones ambientales, relaciones sociales, calidad de la enseñanza y experiencias acumuladas. Por esta razón, comprender la neuroplasticidad implica superar dos posiciones extremas.

La primera considera que las capacidades están prácticamente determinadas y que las posibilidades de cambio son reducidas. La segunda sostiene que el cerebro puede transformarse sin límites y que cualquier persona puede alcanzar cualquier resultado únicamente mediante esfuerzo o entrenamiento. La evidencia contemporánea permite adoptar una posición más equilibrada: el cerebro posee capacidad de cambio durante toda la vida, pero la naturaleza, intensidad y dirección de ese cambio dependen de la interacción entre características individuales, experiencias y condiciones ambientales. Milbocker et al. (2024), en una revisión de hallazgos empíricos sobre neuroplasticidad publicados entre 2017 y 2023, destacan que este fenómeno comprende plasticidad sináptica, remodelación estructural, reorganización funcional y otros mecanismos que pueden resultar adaptativos o, en determinadas circunstancias, desadaptativos. Por tanto, la plasticidad no constituye automáticamente un proceso positivo: representa la capacidad del sistema nervioso para modificarse como respuesta a la experiencia.

La consecuencia educativa de esta afirmación es profunda. La tarea del docente no consiste en “activar” el cerebro mediante fórmulas o ejercicios supuestamente neurológicos. El cerebro ya está activo. La tarea pedagógica consiste en diseñar experiencias que favorezcan la comprensión, la práctica, la recuperación, la reflexión, la transferencia y la construcción progresiva del conocimiento. Desde una perspectiva científica, la actividad neural es una condición permanente del funcionamiento del sistema nervioso; por ello, la eficacia de una estrategia educativa no debe justificarse únicamente

mediante afirmaciones generales sobre “activación cerebral”, sino mediante evidencia de sus efectos sobre procesos y resultados de aprendizaje. Por ello, la pregunta central que orientará este capítulo no será solamente: ¿Cómo cambia el cerebro cuando aprende? También se analizará: ¿Qué puede hacer la educación para crear condiciones que favorezcan aprendizajes más significativos, duraderos y transferibles?

Objetivos del capítulo

Objetivo general

Analizar la neuroplasticidad como fundamento biológico y cognitivo del aprendizaje, identificando la influencia de la experiencia, la atención, los conocimientos previos, la práctica, la recuperación, el error, la retroalimentación y el contexto en la construcción y consolidación de aprendizajes significativos.

Objetivos específicos

- Comprender el concepto de neuroplasticidad desde una perspectiva contemporánea.
- Analizar la relación entre plasticidad cerebral, experiencia y aprendizaje.
- Reconocer la continuidad de los procesos de plasticidad a lo largo de la vida.
- Identificar las principales dimensiones de la plasticidad cerebral vinculadas con el aprendizaje.
- Diferenciar aprendizaje, exposición, estimulación y cambio cerebral.
- Analizar la influencia de los conocimientos previos en la incorporación de nueva información.
- Comprender la importancia de la atención y el procesamiento cognitivo.
- Examinar el papel de la práctica y de la recuperación de información.
- Analizar el error como fuente de información educativa.
- Reconocer la función de la retroalimentación dentro de los procesos de aprendizaje.
- Examinar la relación entre sueño y consolidación de la memoria.

- Reconocer la influencia del contexto social y educativo en el desarrollo cerebral.
- Identificar neuromitos frecuentes relacionados con la neuroplasticidad.
- Traducir principios científicos del aprendizaje en decisiones pedagógicas aplicables al aula.

Neuroplasticidad: fundamentos de un cerebro dinámico

La neuroplasticidad puede definirse como la capacidad del sistema nervioso de modificar su organización funcional y, en determinadas circunstancias, estructural, en respuesta a la experiencia, el aprendizaje, el ambiente y otras condiciones internas o externas. Esta definición permite superar la concepción histórica del cerebro como una estructura rígida cuya organización quedaba prácticamente determinada después de los primeros años de vida. La evidencia contemporánea reconoce que el cerebro conserva diferentes formas de plasticidad durante todo el ciclo vital. Una lectura crítica requiere atender al diseño del estudio, la población analizada, el tamaño del efecto, las limitaciones y la posibilidad de replicación, en lugar de aceptar una afirmación por su lenguaje técnico. Esta práctica protege al docente frente a recomendaciones atractivas pero poco fundamentadas y facilita seleccionar estrategias cuyo valor educativo pueda observarse y discutirse con criterios explícitos.

Milbocker et al. (2024), al revisar investigaciones publicadas entre 2017 y 2023, describen cómo el aprendizaje, el ejercicio y el enriquecimiento ambiental pueden relacionarse con modificaciones neuroplásticas y con el mantenimiento de funciones cerebrales. De acuerdo con Milbocker et al. (2024), la neuroplasticidad comprende distintos procesos de adaptación del sistema nervioso vinculados con la experiencia y el aprendizaje, incluidos cambios en la eficacia sináptica, modificaciones estructurales y reorganización funcional. En educación, esta capacidad resulta fundamental porque permite comprender que aprender no consiste simplemente en almacenar información. El aprendizaje implica modificar progresivamente la forma de: reconocer estímulos, interpretar información, establecer relaciones, resolver problemas, recuperar conocimientos, automatizar procedimientos, regular conductas y tomar decisiones.

Utilizar experiencias anteriores. Por tanto, aprender implica transformar progresivamente la manera

en que el estudiante responde a determinadas situaciones.

Tabla 1.1

Conceptos fundamentales:

Concepto	Descripción educativa
Neuroplasticidad	Capacidad del sistema nervioso de modificar determinados patrones de organización y funcionamiento en respuesta a la experiencia.
Aprendizaje	Proceso mediante el cual se adquieren o modifican conocimientos, habilidades, estrategias o conductas.
Experiencia	Interacción del individuo con situaciones, personas, información, actividades y ambientes.
Plasticidad sináptica	Modificación en la eficacia de determinadas conexiones entre neuronas.
Plasticidad estructural	Modificaciones en componentes físicos del sistema nervioso, como cambios en dendritas, espinas dendríticas, axones, sinapsis o determinadas características de las redes neuronales. Su relación con el aprendizaje depende de la escala de análisis, el método utilizado y el contexto en que se estudia
Plasticidad funcional	Reorganización de patrones de funcionamiento o participación de diferentes redes.
Consolidación	Proceso mediante el cual determinados aprendizajes adquieren mayor estabilidad.
Recuperación	Acceso posterior a información previamente aprendida.
Transferencia	Utilización de lo aprendido en una situación diferente de aquella en la que se adquirió.

Nota. La neuroplasticidad incluye diferentes mecanismos y no debe reducirse exclusivamente a la creación de nuevas neuronas.

Aprender significa modificar patrones de funcionamiento: Cuando un estudiante aprende una nueva palabra, inicialmente puede requerir esfuerzo para recordar su significado. Con la práctica, la recuperación se vuelve progresivamente más eficiente. Algo similar ocurre cuando aprende: las tablas de multiplicar, una secuencia motora, una fórmula, un concepto científico y una regla ortográfica.

- un procedimiento tecnológico. Al principio, las actividades suelen requerir una elevada cantidad de recursos cognitivos.

A medida que determinados procesos se consolidan, algunas operaciones pueden realizarse de manera más eficiente. Esta transición resulta especialmente relevante para la educación porque permite comprender por qué comprender algo una vez no equivale a dominarlo. Un estudiante puede comprender perfectamente una explicación durante la clase y, sin embargo, ser incapaz de recuperarla varios días después. La comprensión inicial constituye solamente una parte del proceso. El aprendizaje necesita oportunidades posteriores de utilización, recuperación y aplicación. Plasticidad sináptica y aprendizaje: Las neuronas se comunican mediante redes complejas. La eficiencia de determinadas conexiones puede modificarse como consecuencia de la actividad y la experiencia. La plasticidad sináptica constituye uno de los mecanismos fundamentales asociados con el aprendizaje y la memoria.

No obstante, resulta importante evitar una traducción excesivamente literal al ámbito educativo. No es apropiado afirmar, por ejemplo: “Este ejercicio crea conexiones neuronales”. Prácticamente cualquier experiencia implica actividad neuronal. La pregunta educativa debe ser más específica: ¿Qué aprendizaje está promoviendo la actividad y qué evidencia existe de que el estudiante puede utilizarlo posteriormente? Esta diferencia protege a la neuroeducación de afirmaciones pseudocientíficas que utilizan terminología cerebral como argumento de autoridad. Pradeep et al. (2024) destacan que la neuroeducación puede contribuir a comprender la interacción entre procesos neurales y aprendizaje, pero insisten en la necesidad de integrar estos conocimientos cuidadosamente con la pedagogía y el contexto educativo.

Plasticidad estructural y experiencia: Las experiencias mantenidas durante determinados periodos pueden relacionarse también con cambios estructurales dentro del sistema nervioso. Esto no significa que cada clase produzca una transformación cerebral observable mediante neuroimagen. Los procesos estructurales ocurren a diferentes escalas temporales y dependen de múltiples factores. Sin embargo, la evidencia sobre neuroplasticidad demuestra que el cerebro responde de manera dinámica a experiencias prolongadas de aprendizaje, entrenamiento y estimulación. Milbocker et al. (2024) destacan el papel del aprendizaje y del enriquecimiento ambiental como factores asociados con diferentes procesos de plasticidad. Esta perspectiva proporciona una interpretación educativa

importante: las experiencias repetidas construyen historia de aprendizaje. Una clase aislada puede producir comprensión inicial.

Una secuencia educativa bien diseñada puede producir conocimiento más estable. Plasticidad funcional: La plasticidad funcional hace referencia a modificaciones en la manera en que determinadas redes participan en una actividad. A medida que una habilidad se desarrolla, el patrón de procesamiento puede modificarse. El estudiante experto y el estudiante principiante no necesariamente utilizan exactamente las mismas estrategias para resolver una tarea. Un experto dispone de: conocimientos organizados, patrones reconocibles, procedimientos automatizados, relaciones conceptuales y estrategias de recuperación. El principiante necesita construir progresivamente estas estructuras. Esta diferencia tiene una consecuencia pedagógica importante. No debemos enseñar suponiendo que el estudiante ve el problema como lo ve el profesor.

El docente posee una organización conceptual construida durante años. El estudiante puede estar observando el contenido por primera vez. El cerebro cambia durante toda la vida: La plasticidad cerebral no desaparece después de la infancia. Baker et al. (2025) destacan que la adolescencia constituye un periodo de elevada sensibilidad al ambiente en el que procesos de reorganización cerebral interactúan con experiencias sociales, escolares y culturales. La plasticidad también continúa durante la adultez. Una revisión sistemática publicada por Gkintoni et al. (2025), centrada en aprendizaje multicultural y adquisición de segundas lenguas en adultos, recopiló 80 estudios y encontró evidencias de cambios cognitivos y neuroplásticos asociados con experiencias de aprendizaje complejas en etapas adultas.

Esto permite cuestionar expresiones deterministas como: “Ya es demasiado tarde para aprender”. “Siempre fue malo en matemáticas”. “No nació para los idiomas”. “Tiene mala memoria y siempre será así”. Estas afirmaciones pueden convertir un desempeño actual en una identidad permanente. Una perspectiva más adecuada sería: “Actualmente presenta dificultades en esta habilidad; necesitamos identificar qué conocimientos, estrategias, tiempo y apoyos pueden favorecer su progreso”. Plasticidad no significa ausencia de límites: Reconocer la capacidad de cambio del cerebro no implica afirmar que todas las personas pueden desarrollar exactamente las mismas capacidades.

El aprendizaje se encuentra influenciado por: características individuales, desarrollo, condiciones neurológicas, conocimientos anteriores, calidad de la enseñanza, práctica, motivación, atención, oportunidades, experiencias, salud y sueño.

- contexto social y familiar. Por esta razón, la neuroplasticidad debe utilizarse para ampliar las posibilidades educativas, no para responsabilizar al estudiante cuando experimenta dificultades.

Decir: “Tu cerebro es plástico; si no aprendes es porque no te esfuerzas” constituye una interpretación incorrecta. La plasticidad representa una posibilidad de adaptación, pero dicha adaptación depende de las condiciones en que ocurre el aprendizaje. La adolescencia como ventana de oportunidad: La adolescencia merece una consideración particular dentro de la educación. Baker et al. (2025) explican que durante esta etapa continúan importantes procesos de reorganización cerebral y que la elevada sensibilidad a los contextos sociales puede influir significativamente en el aprendizaje y el desarrollo. La institución educativa constituye precisamente uno de los ambientes donde los adolescentes pasan mayor cantidad de tiempo. Las relaciones con docentes, compañeros, grupos y autoridades, así como la participación en actividades académicas, pueden convertirse en experiencias relevantes para su desarrollo. Esta perspectiva permite superar una visión exclusivamente problemática de la adolescencia. No se trata únicamente de una etapa de “rebeldía” o “riesgo”.

También representa una etapa de: exploración, construcción de identidad, aprendizaje social, búsqueda de autonomía, desarrollo de habilidades y ampliación de experiencias. La experiencia constituye materia prima del aprendizaje: La neuroplasticidad responde a la experiencia. Pero no toda experiencia produce el mismo aprendizaje. Dos estudiantes pueden participar en exactamente la misma actividad y construir conocimientos diferentes. ¿Por qué? Porque cada estudiante llega con: conocimientos previos distintos, experiencias anteriores, expectativas, intereses, estrategias, atención disponible y nivel de comprensión. Por tanto, la experiencia educativa nunca actúa sobre una “mente vacía”. El aprendizaje nuevo se construye sobre estructuras anteriores. Los conocimientos previos organizan la nueva información: Cuando un estudiante aprende algo nuevo intenta interpretarlo a partir de lo que ya conoce. Esto puede facilitar o dificultar la comprensión. Por ejemplo, antes de explicar la fotosíntesis, algunos estudiantes pueden saber que las plantas:

- necesitan agua;
- necesitan luz;
- poseen hojas;
- producen oxígeno. Otros podrían mantener ideas incorrectas, como considerar que las plantas obtienen su alimento directamente del suelo.

Estas diferencias importan. La enseñanza que ignora los conocimientos previos corre el riesgo de construir información nueva sobre estructuras incompletas o equivocadas. Por ello, antes de comenzar un tema, el docente puede preguntar: ¿Qué saben ya? Estrategias para activar conocimientos previos: La activación no necesita ocupar gran parte de la clase. Puede realizarse mediante: preguntas, imágenes, problemas, predicciones, casos, mapas conceptuales, palabras clave, situaciones cotidianas, pequeños cuestionarios y conversaciones breves. Por ejemplo: Antes de enseñar densidad: ¿Por qué una piedra pequeña puede hundirse mientras un barco enorme permanece flotando? Antes de enseñar colonización: ¿Qué podría ocurrir cuando dos sociedades con tecnologías, religiones y formas de organización diferentes entran en contacto? Antes de enseñar fracciones: Si cuatro personas comparten dos pizzas iguales, ¿qué cantidad corresponde a cada una? La pregunta crea una estructura para la información posterior.

Exposición no equivale a aprendizaje: Uno de los errores más frecuentes en educación consiste en asumir: “Lo expliqué, por tanto, lo aprendieron”. La enseñanza y el aprendizaje no son exactamente lo mismo. El docente puede explicar. El estudiante puede escuchar. Pero escuchar no garantiza que: comprenda, recuerde, relacione, aplique y transfiera. Por ello: información presentada $\neq$ información aprendida. Esta idea adquiere mayor valor cuando se traduce en decisiones observables dentro del aula. El docente puede definir con claridad el propósito, anticipar dificultades, proporcionar apoyos proporcionados y recoger evidencia del desempeño antes de modificar la estrategia. Así, la intervención se mantiene vinculada con el aprendizaje real del estudiante y evita convertir un principio general en una receta aplicable de manera automática a cualquier contexto.

Esta distinción obliga a transformar la forma de evaluar una clase. En lugar de preguntar únicamente:

¿Terminé el contenido? conviene preguntar: ¿Qué evidencias tengo de que los estudiantes pueden utilizarlo? El procesamiento activo: El aprendizaje requiere que el estudiante haga algo cognitivamente con la información. Puede comparar, explicar, clasificar, relacionar, resolver, recuperar, justificar, analizar, crear y predecir. Esto no significa que toda clase deba convertirse en un juego o en una actividad física. Lo relevante para el aprendizaje es el procesamiento cognitivo que la actividad exige; este puede ocurrir tanto en actividades físicamente activas como en actividades realizadas en reposo.

Tabla 1.2

De la exposición al procesamiento:

Situación pasiva	Transformación cognitiva
Escuchar explicación	Explicar posteriormente
Leer un concepto	Formular un ejemplo
Observar un procedimiento	Resolver uno diferente
Copiar información	Organizarla con palabras propias
Ver un video	Predecir y contrastar
Memorizar una lista	Clasificar elementos nuevos
Revisar una solución	Detectar un error
Leer apuntes	Recuperar sin mirar

Atención: seleccionar dentro de un mundo de estímulos: La atención constituye uno de los procesos fundamentales para el aprendizaje. El ambiente contiene mucha más información de la que puede procesarse conscientemente al mismo tiempo. Dentro de un aula existen conversaciones, movimiento, luces, sonidos, materiales, pantallas, pensamientos internos, preocupaciones y estímulos sociales. La atención permite seleccionar parte de esa información. Sin embargo, la atención posee limitaciones. Por esta razón, una clase cargada de estímulos no necesariamente produce mayor aprendizaje. Más estímulos no significa mejor aprendizaje: Una idea popular sostiene: “Cuanto más sentidos participan, más aprende el cerebro”. Esta afirmación necesita matizarse. Las representaciones múltiples pueden resultar útiles cuando complementan la información. Por ejemplo: explicación verbal + esquema pertinente puede facilitar la comprensión.

Pero: explicación + música + animaciones + imágenes decorativas + texto excesivo puede

incrementar demandas innecesarias. Ahmadv (2026), al analizar la relación entre aprendizaje, neuroplasticidad y optimización de los procesos educativos, señala la necesidad de considerar cómo los entornos educativos y tecnológicos pueden favorecer oportunidades de aprendizaje sin aumentar innecesariamente la sobrecarga cognitiva. Por tanto, el objetivo educativo no debería ser aumentar indiscriminadamente la estimulación, sino seleccionar mejor los estímulos relevantes para el aprendizaje. Práctica y consolidación: Comprender algo una vez constituye solamente el inicio. Para mantener un conocimiento, generalmente es necesario volver a utilizarlo. La práctica permite que determinados procedimientos sean progresivamente más accesibles. Pero no toda práctica posee las mismas características. Existe una diferencia entre la repetición mecánica y la práctica cognitivamente significativa.

Tabla 1.3

Repetición y práctica:

Repetición mecánica	Práctica con procesamiento
Copiar mirar diez veces	Explicar con palabras propias
Releer continuamente	Recuperar sin
Memorizar una definición	Crear un ejemplo
Resolver el mismo ejercicio	Resolver variaciones
Observar problemas resueltos	Resolver uno nuevo
Repetir palabras	Utilizarlas en contexto
Memorizar pasos	Explicar por qué funcionan

La práctica de recuperación: Una de las estrategias más estudiadas en la ciencia del aprendizaje es la práctica de recuperación. Consiste en intentar recordar información previamente aprendida sin volver inmediatamente al material. Trumble et al. (2024), en una revisión sistemática de práctica distribuida y recuperación en educación de profesionales de la salud, analizaron 56 estudios y 63 experimentos. En la mayoría de ellos se identificaron beneficios educativos asociados con estas estrategias, aunque la magnitud de los resultados dependió de las condiciones concretas de aplicación. La práctica de recuperación puede ser extremadamente sencilla. Después de una clase: “Sin mirar el cuaderno, escribe cinco cosas que recuerdes.” Al día siguiente: “¿Cuáles eran las tres causas que estudiamos ayer?” Después de una semana: “Explica nuevamente el concepto antes de

continuar.” El objetivo no es necesariamente calificar.

Intentar recordar también puede convertirse en aprendizaje. En una práctica distribuida La práctica distribuida consiste en separar las oportunidades de aprendizaje a lo largo del tiempo. Comparemos: En una práctica concentrada Dos horas la noche anterior al examen. En una práctica distribuida 30 minutos lunes. 20 minutos miércoles. 20 minutos viernes. 20 minutos la semana siguiente. Trumble et al. (2024) encontraron que la distribución de la práctica mostró beneficios en diferentes situaciones educativas analizadas. Esto no significa que exista un intervalo universal perfecto. El principio consiste en: volver al conocimiento después de cierto tiempo en lugar de trabajarlo intensamente una vez y abandonarlo. El olvido no siempre representa fracaso: Olvidar parcialmente forma parte del funcionamiento normal de la memoria.

Desde una perspectiva educativa, cierta dificultad para recuperar puede incluso crear una oportunidad de aprendizaje cuando el estudiante realiza un esfuerzo exitoso de recuperación. Por ello, el docente no debería interpretar inmediatamente: “No lo recuerda” como: “Nunca lo aprendió”. Puede significar: necesita una nueva oportunidad de recuperación, el aprendizaje fue superficial, faltó práctica, el intervalo fue largo, existe interferencia y necesita una pista. En ese punto, la enseñanza puede intervenir de manera intencional. El error como información: Tradicionalmente, el error ha estado asociado principalmente con: fracaso, calificación negativa, castigo y incapacidad. Sin embargo, desde una perspectiva orientada al aprendizaje, el error puede proporcionar información.

Supongamos que un estudiante responde: $8 \times 7 = 54$ El docente puede escribir: Incorrecto. O puede preguntar: ¿Cómo llegaste a esa respuesta? La segunda pregunta permite observar el procedimiento. Tal vez existe: confusión, asociación incorrecta, error de cálculo, dificultad de memoria y falta de comprensión. El error entonces se convierte en una ventana hacia el pensamiento del estudiante. Equivocarse no garantiza aprender: También sería incorrecto afirmar: “Todo error produce aprendizaje”. El error necesita ser procesado. Una secuencia útil podría ser: Secuencia: 1) INTENTO; 2) ERROR; 3) IDENTIFICACIÓN; 4) EXPLICACIÓN; 5) CORRECCIÓN; 6) NUEVO INTENTO. Si el estudiante nunca comprende por qué se equivocó, puede simplemente repetir el mismo patrón. Por ello, la intervención docente continúa siendo esencial.

Retroalimentación: La retroalimentación permite al estudiante conocer: qué está logrando, dónde se encuentra la dificultad, qué necesita modificar y cuál debería ser el siguiente paso. Comparemos: “6/10. Estudia más.” con: “Comprendiste las causas, pero confundiste dos consecuencias. Revisa esa diferencia y vuelve a resolver las preguntas 4 y 5.” La segunda respuesta proporciona una dirección. Brandmo y Gamlem (2025), en una revisión sistemática de 96 estudios con estudiantes de educación elemental y secundaria, encontraron que la manera en que los estudiantes perciben la retroalimentación y sus características se relaciona con resultados cognitivos, emocionales, conductuales y de logro. La retroalimentación eficaz, por tanto, no consiste únicamente en informar sobre el desempeño. Debe facilitar acción posterior. Retroalimentación accionable: Una retroalimentación educativa debería ayudar a responder:

1. ¿Qué estoy haciendo bien?
2. ¿Qué necesita mejorar?
3. ¿Qué puedo hacer ahora?

El tercer punto resulta especialmente importante. Si el estudiante recibe un comentario cuando ya no existe oportunidad de corregir o volver a intentar, parte del potencial formativo se pierde.

Aprendizaje y sueño

El aprendizaje tampoco finaliza necesariamente al terminar la clase. Procesos de consolidación continúan después de la experiencia inicial. El sueño desempeña un papel particularmente importante. Brodt et al. (2023) revisan evidencia que muestra que durante el sueño se producen procesos relevantes para la consolidación de la memoria, incluyendo reactivación de patrones neuronales y reorganización de representaciones. Abel et al. (2023) también analizaron el papel del sueño en la consolidación y su potencial función protectora frente a la interferencia de nueva información. Esto tiene implicaciones educativas sencillas. Estudiar hasta altas horas de la madrugada sacrificando sistemáticamente el sueño no constituye una estrategia ideal. El estudiante necesita: Secuencia: 1) aprender; 2) descansar; 3) recuperar; 4) volver a practicar. ¿Se puede aprender mientras dormimos? Este tema ha generado numerosas afirmaciones comerciales.

Ataei et al. (2023), en una revisión histórica de 51 trabajos sobre aprendizaje durante el sueño, encontraron que pueden existir formas sencillas de procesamiento o condicionamiento durante el sueño, pero que la evidencia para adquirir conocimientos complejos, como aprender un idioma completamente nuevo mientras se duerme, continúa siendo inconsistente. Por tanto, que el sueño contribuya a consolidar información previamente aprendida no significa que pueda sustituirse el estudio escuchando una clase mientras se duerme. El ambiente también participa en el aprendizaje: El cerebro nunca aprende aislado del contexto. Baker et al. (2025) destacan precisamente la interacción entre plasticidad cerebral y condiciones ambientales durante la adolescencia. Dentro de la educación, esto significa que el aprendizaje también puede verse influenciado por: relaciones interpersonales, seguridad, expectativas, ruido, organización, acceso a recursos, oportunidades y apoyo.

- clima de aula. Por ello, cuando un estudiante experimenta dificultades, conviene preguntar simultáneamente:

¿Qué características posee el estudiante? y ¿Qué características posee la situación en la que intentamos que aprenda? Motivación, participación y neuroplasticidad: La motivación influye en la disposición para iniciar, mantener y persistir en determinadas actividades. Un estudiante que percibe una tarea como imposible puede abandonarla rápidamente. Otro que observa progreso puede mantener el esfuerzo. Pero la neuroplasticidad no debería convertirse en una frase motivacional vacía. Decir: “Tu cerebro puede cambiar” sin proporcionar: estrategia, enseñanza, práctica, recursos, retroalimentación tiene poco valor educativo. Un mensaje más responsable sería: Tu desempeño puede mejorar, pero necesitaremos identificar qué estrategia, práctica y apoyo favorecen tu aprendizaje. La participación activa no significa movimiento permanente: En algunos discursos educativos se utiliza “aprendizaje activo” como sinónimo de actividades físicas, dinámicas o grupales.

Lo relevante para el aprendizaje es el procesamiento cognitivo que la actividad exige; este puede producirse tanto en actividades físicamente activas como en actividades realizadas en reposo. Un estudiante puede estar sentado resolviendo silenciosamente un problema y encontrarse

profundamente implicado. Otro puede participar en una actividad llena de movimiento y realizar poco procesamiento. La pregunta fundamental es: ¿Qué está haciendo mentalmente con la información? Transferencia: aprender para utilizar: Uno de los principales objetivos educativos consiste en conseguir que el estudiante utilice lo aprendido en contextos diferentes. Memorizar una fórmula constituye un nivel de aprendizaje. Saber cuándo utilizarla constituye otro. Resolver un ejercicio idéntico al ejemplo es diferente de resolver un problema nuevo. La transferencia puede estimularse mediante: variedad de problemas, comparación de situaciones, ejemplos diferentes, preguntas de aplicación y conexiones interdisciplinarias. Del cerebro que aprende al aula que enseña: La neuroplasticidad no prescribe una metodología única. No existe:

- “la actividad neuroplástica”;
- “la clase cerebral”;
- “el método neuronal perfecto”.

Lo que la evidencia proporciona son principios generales que pueden orientar decisiones pedagógicas.

Tabla 1.4

Principios y aplicaciones educativas:

Principio	Aplicación
El cerebro cambia con la experiencia	Diseñar experiencias significativas
El aprendizaje se construye sobre lo conocido	Activar conocimientos previos
La atención es limitada	Reducir distractores innecesarios
Comprender una vez no garantiza recordar	Crear oportunidades posteriores
La práctica importa	Utilizar conocimientos repetidamente
Recuperar también enseña	Preguntar sin consulta inmediata
Distribuir puede favorecer retención	Retomar contenidos después de intervalos
El error proporciona información	Analizarlo y corregirlo
La retroalimentación orienta	Dar indicaciones accionables
El sueño participa en la consolidación	Evitar promover prácticas crónicas de privación
Existen diferencias individuales	Ajustar apoyos
El contexto influye	Analizar también el ambiente
La neuroplasticidad posee límites	Evitar promesas exageradas

Nota. Elaborado a partir de la literatura revisada.

Aplicación práctica: una clase construida desde principios del aprendizaje: Supongamos una clase de Ciencias Naturales sobre fotosíntesis. Etapa 1. Activación: Pregunta: ¿Cómo obtiene una planta aquello que necesita para crecer? Etapa 2. Predicción: Los estudiantes escriben una explicación inicial. Etapa 3. Enseñanza: El profesor explica la fotosíntesis utilizando un esquema claro. Etapa 4. Procesamiento: Cada estudiante explica el proceso con sus propias palabras. Etapa 5. Aplicación: Caso: ¿Qué ocurriría con una planta mantenida varios días sin luz? Etapa 6. Recuperación: Cierran cuadernos. Escriben tres elementos necesarios para la fotosíntesis. Etapa 7. Retroalimentación: El docente analiza errores frecuentes. Etapa 8. Distribución: Una semana después retoma dos preguntas sobre el mismo tema. Esta secuencia incorpora principios coherentes con: conocimientos previos, procesamiento, recuperación, retroalimentación y práctica distribuida.

Neuromitos y neuroplasticidad

El aumento del interés social por el cerebro también ha favorecido la circulación de afirmaciones pseudocientíficas. Rousseau (2024) señala que los neuromitos continúan presentes entre docentes y analiza distintas intervenciones de formación profesional destinadas a combatirlos. Bei et al. (2024), en una investigación realizada con 820 docentes italianos, también encontraron persistencia de concepciones erróneas relacionadas con neurodesarrollo y funcionamiento cerebral. Tsang et al. (2024) estudiaron neuromitos y prácticas docentes en profesionales vinculados con educación inclusiva, confirmando que las creencias incorrectas sobre el cerebro continúan siendo un tema relevante para la formación educativa. Mito: utilizamos solamente el 10 % del cerebro: No existe evidencia que sostenga esta afirmación.

Las diferentes regiones cerebrales participan en diferentes actividades. El hecho de que no todas funcionen con máxima actividad simultáneamente no significa que el 90 % permanezca inutilizado. Mito: estudiantes de cerebro izquierdo o derecho: Existen procesos con cierta lateralización. Sin embargo, las actividades cognitivas complejas dependen de redes distribuidas que interactúan entre ambos hemisferios. Clasificar estudiantes como: “hemisferio derecho creativo” o “hemisferio izquierdo lógico” constituye una simplificación. Mito: estilos de aprendizaje visual, auditivo y

cinestésico: Las personas pueden poseer preferencias. Pero esto no significa que exista una modalidad cerebral fija que determine cómo debe enseñarse todo. La representación debería seleccionarse principalmente según el contenido.

Para aprender pronunciación: escuchar es necesario. Para aprender una ubicación geográfica: un mapa resulta relevante. Para aprender una habilidad motora: la práctica física es indispensable.

Mito: más estimulación produce más plasticidad y mejor aprendizaje: Más estímulos no equivale a más aprendizaje. La información irrelevante puede aumentar la carga cognitiva. El diseño educativo debe seleccionar estímulos en función de su relevancia. Mito: si el cerebro es plástico, cualquiera puede aprender cualquier cosa: La plasticidad no elimina: diversidad, discapacidad, condiciones del neurodesarrollo, diferencias individuales, barreras sociales y experiencias anteriores. Permite aprender y adaptarse, pero dentro de posibilidades y condiciones particulares.

Formación docente y neuroeducación

Segura Delgado y Ramírez Bahena (2026), en una revisión sistemática sobre formación docente en neuroeducación, destacan que el objetivo no debe ser convertir a los profesores en neurocientíficos, sino proporcionar conocimientos que les permitan interpretar de manera crítica los hallazgos científicos y evitar neuromitos. Pradeep et al. (2024) coinciden en la necesidad de construir puentes entre neurociencia y educación sin reducir fenómenos educativos complejos a procesos exclusivamente cerebrales. Este principio resulta esencial. La neurociencia puede ayudar a comprender: memoria, atención, plasticidad, desarrollo y percepción. Pero no puede determinar por sí sola: qué currículo enseñar, qué valores promover, cómo gestionar relaciones y qué objetivos sociales debe perseguir la escuela. La educación necesita integrar: NEUROCIENCIA + PSICOLOGÍA + PEDAGOGÍA + EXPERIENCIA PROFESIONAL + CONTEXTO.

Beneficios educativos de comprender la neuroplasticidad: Comprender adecuadamente la neuroplasticidad puede favorecer diferentes transformaciones. En primer lugar, permite reducir interpretaciones deterministas. El desempeño presente del estudiante no necesariamente constituye su límite futuro. En segundo lugar, refuerza la importancia de la práctica. Las habilidades pueden

requerir utilización repetida para alcanzar mayor estabilidad. En tercer lugar, permite valorar el error como parte del proceso. En cuarto lugar, favorece una visión más compleja del aprendizaje. Aprender no depende únicamente de “inteligencia” o “esfuerzo”. Finalmente, contribuye a reconocer que el ambiente también puede facilitar o dificultar el aprendizaje. Limitaciones de una interpretación exclusivamente cerebral: Un riesgo importante consiste en convertir todos los problemas educativos en problemas cerebrales.

Por ejemplo: Un estudiante que no participa podría: no comprender, tener temor, experimentar rechazo, no encontrar sentido, estar cansado y sentirse inseguro. Reducir toda explicación a “su cerebro” puede ocultar variables pedagógicas, sociales y emocionales. Por eso la neuroeducación debe evitar el neurocentrismo. El estudiante no es únicamente un cerebro. Es una persona situada dentro de: una familia, una cultura, una escuela, una comunidad, relaciones y condiciones sociales. Tendencias actuales en neuroplasticidad y educación: Las investigaciones recientes muestran un creciente interés en integrar neurociencia, psicología cognitiva y educación. Entre las principales tendencias pueden identificarse: estudio de plasticidad a lo largo de la vida, análisis del cerebro adolescente, aprendizaje y enriquecimiento ambiental, memoria y recuperación, carga cognitiva, neuroeducación basada en evidencia, formación docente, prevención de neuromitos y tecnologías educativas informadas por procesos cognitivos.

En 2026, Ahmadov analiza precisamente la relación entre aprendizaje y neuroplasticidad como fundamento para optimizar procesos educativos, destacando la interacción entre motivación, emoción, entorno y participación activa. Recomendaciones para el docente: Una enseñanza compatible con los conocimientos actuales sobre aprendizaje puede comenzar con decisiones simples. 1. Explorar lo que saben Antes de enseñar algo nuevo. 2. Explicar de forma organizada Reduciendo información innecesaria. 3. Dividir contenidos complejos Evitando sobrecarga. 4. Pedir procesamiento Explicar, comparar, justificar y aplicar. 5. Crear oportunidades de recuperación Sin convertir todas en evaluación. 6. Distribuir la práctica Volviendo periódicamente a contenidos. 7. Analizar errores En lugar de únicamente marcarlos. 8. Proporcionar retroalimentación accionable Indicar el siguiente paso. 9. Utilizar problemas variados Para facilitar transferencia. 10. Evitar

neuromitos Consultar evidencia antes de incorporar estrategias “basadas en el cerebro”.

Tabla 1.5

Preguntas pedagógicas para una enseñanza informada por la ciencia del aprendizaje:

Pregunta	Propósito
¿Qué saben ya?	Activar conocimientos previos
¿Qué quiero que comprendan?	Definir el núcleo conceptual
¿Qué información puede distraer?	Gestionar carga cognitiva
¿Qué harán con la información?	Garantizar procesamiento
¿Cómo practicarán?	Favorecer consolidación
¿Cuándo volverán a recuperarla?	Distribuir aprendizaje
¿Qué errores podrían aparecer?	Anticipar dificultades
¿Cómo recibirán retroalimentación?	Facilitar ajustes
¿Dónde podrán aplicarlo?	Promover transferencia
¿Cómo sabré que aprendieron?	Obtener evidencia

Hacia una cultura educativa de aprendizaje y cambio: La comprensión de la neuroplasticidad tiene implicaciones que van más allá de una actividad concreta. Puede modificar la cultura de la escuela. Una cultura centrada en el aprendizaje evita etiquetas definitivas. En lugar de: “Es malo en matemáticas”. puede afirmar: “Presenta dificultades actuales en determinados conocimientos matemáticos”. En lugar de: “No tiene memoria”. puede preguntar: “¿Qué estrategias utiliza para recuperar información?” En lugar de: “No aprende”. puede investigar: “¿Qué barreras están interfiriendo con el aprendizaje?” Esta transformación del lenguaje modifica también las expectativas. Altas expectativas acompañadas de apoyo: Reconocer plasticidad no significa reducir exigencias. Pero las expectativas necesitan combinarse con: enseñanza, tiempo, práctica, apoyo y retroalimentación. Las altas expectativas sin apoyo pueden transformarse en presión. Los apoyos sin expectativas pueden transformarse en subestimación. Una educación responsable busca: altas expectativas + apoyos realistas + oportunidades de aprendizaje.

Profundización: plasticidad, diversidad y diseño de experiencias de aprendizaje

Plasticidad dependiente de la experiencia y diferencias individuales

La plasticidad cerebral adquiere valor educativo cuando se interpreta como una propiedad

condicionada por la historia de aprendizaje y no como una promesa de transformación ilimitada. La experiencia modifica el desempeño cuando existe suficiente oportunidad para atender, comprender, practicar y recibir retroalimentación, pero la magnitud del cambio varía entre estudiantes y tareas. Una síntesis reciente sobre las bases de la neuroeducación insiste en que atención, memoria, emoción, funciones ejecutivas, descanso y contexto sociocultural interactúan durante el aprendizaje, por lo que ningún mecanismo aislado explica por sí solo el progreso académico. Esta perspectiva coincide con el enfoque interdisciplinario defendido a lo largo de este libro y ayuda a evitar interpretaciones deterministas o excesivamente optimistas de la neuroplasticidad (Pradeep et al., 2024; Suárez Pérez, 2026).

Neuroeducación y comprensión lectora

La lectura permite observar con claridad por qué la traducción educativa de la neurociencia necesita combinar procesos cognitivos y decisiones pedagógicas. Comprender un texto exige coordinar reconocimiento visual, lenguaje, atención, memoria de trabajo, conocimientos previos e inferencias, de modo que una dificultad lectora no debería atribuirse a una única región cerebral ni resolverse mediante ejercicios genéricos de “activación”. Robles Ramírez et al. (2025) revisaron aplicaciones de neurociencia educativa orientadas a la comprensión lectora y destacaron la utilidad de estrategias que consideran atención, memoria y procesamiento lingüístico. En el aula, esta evidencia puede traducirse en anticipar vocabulario, activar saberes previos, segmentar textos complejos, formular preguntas de recuperación y solicitar explicaciones que hagan visible la comprensión, siempre valorando el progreso mediante resultados observables de aprendizaje.

Tecnología educativa sin determinismo neurocientífico

Las tecnologías digitales pueden ampliar oportunidades de práctica, visualización y retroalimentación, pero su presencia no garantiza aprendizaje ni neuroplasticidad beneficiosa. El criterio central debe ser la función pedagógica: qué conocimiento se pretende construir, qué actividad cognitiva se solicita y qué evidencia permitirá determinar si el estudiante aprendió. Fernández Cando et al. (2026) presentan una integración entre neuroeducación y tecnologías emergentes que aborda

neuroplasticidad, atención, memoria, funciones ejecutivas, motivación y emociones desde una perspectiva educativa. Su utilidad para este libro reside en recordar que la innovación tecnológica debe estar subordinada a objetivos formativos y a una interpretación prudente de la evidencia. Una aplicación, simulador o entorno inmersivo puede ser pertinente cuando reduce barreras o facilita práctica significativa; puede ser contraproducente cuando añade estímulos irrelevantes, sobrecarga o una apariencia de modernidad sin mejora demostrable.

Implicaciones para una pedagogía de altas expectativas con apoyo

Una comprensión rigurosa de la plasticidad permite sostener altas expectativas sin convertirlas en presión ni culpabilización. El docente puede asumir que las habilidades son susceptibles de desarrollo y, al mismo tiempo, reconocer que los estudiantes parten de experiencias, recursos, ritmos y condiciones diferentes. La enseñanza informada por evidencia no exige uniformidad; exige definir metas claras, proporcionar apoyos proporcionados, observar el desempeño y retirar gradualmente las ayudas cuando dejan de ser necesarias. Esta lógica resulta especialmente importante en contextos de diversidad, donde una dificultad persistente puede requerir adaptaciones pedagógicas o valoración especializada. La neuroeducación aporta aquí un lenguaje de posibilidad, pero la decisión educativa sigue dependiendo de datos del aula, del conocimiento curricular y del juicio profesional. El progreso debe documentarse mediante cambios en comprensión, autonomía y transferencia, no mediante afirmaciones generales sobre supuestos cambios cerebrales.

Preguntas para profundizar la práctica docente

La aplicación responsable de estos principios puede organizarse mediante preguntas de planificación que obliguen a conectar evidencia y contexto. Antes de una secuencia, conviene identificar qué conocimientos previos son indispensables, qué errores son previsibles y qué elementos del material podrían competir innecesariamente por la atención. Durante la enseñanza, resulta útil observar si el estudiante explica, compara, recupera y aplica, en lugar de limitarse a registrar participación superficial. Después, la evaluación debería mostrar qué permanece accesible y qué necesita nuevas oportunidades de práctica. Este ciclo convierte la neuroplasticidad en una idea pedagógicamente

útil sin transformarla en receta. La pregunta no es si una actividad “activa el cerebro”, sino si crea condiciones para que el estudiante reorganice conocimientos, mejore procedimientos y utilice lo aprendido con mayor independencia en situaciones posteriores (Milbocker et al., 2024; Pradeep et al., 2024).

Implicaciones para el diseño de trayectorias de aprendizaje

Una consecuencia central de comprender la neuroplasticidad es abandonar la idea de que el aprendizaje puede juzgarse adecuadamente a partir de una única actuación. El desempeño observado en una clase representa el resultado provisional de conocimientos previos, oportunidades de práctica, ayudas disponibles y condiciones del momento. Para estimar aprendizaje se necesita observar una trayectoria. Una trayectoria educativa bien diseñada comienza identificando qué conocimientos son prerequisites, continúa con experiencias que permitan construir relaciones entre ideas y añade oportunidades posteriores para recuperar, aplicar y transferir. Milbocker et al. (2024) permiten situar esta progresión dentro de una concepción dinámica del sistema nervioso, mientras Baker et al. (2025) recuerdan que el desarrollo ocurre en interacción con contextos sociales y ambientales. La implicación no es que el docente deba medir cambios cerebrales, sino que debe diseñar condiciones para cambios educativos acumulativos.

Esta perspectiva también modifica la interpretación de la dificultad. Cuando un estudiante falla, conviene distinguir entre ausencia de conocimiento, conocimiento incompleto, dificultad de recuperación, sobrecarga, falta de automatización o incapacidad para reconocer cuándo aplicar lo aprendido. Cada diagnóstico pedagógico conduce a una respuesta diferente. Si falta conocimiento previo, se reconstruye la base; si existe conocimiento pero no se recupera, se introducen oportunidades de recuperación; si la tarea excede los recursos disponibles, se segmenta y se modela; si el procedimiento solo funciona en ejemplos idénticos, se amplía la variabilidad de la práctica. La neuroplasticidad no ofrece la respuesta específica, pero sustenta una visión en la que el desempeño puede modificarse mediante experiencias organizadas.

La progresión requiere además distinguir apoyo de dependencia. Un andamiaje es útil cuando

permite realizar una actividad que todavía no puede ejecutarse de manera autónoma, pero debe diseñarse desde el inicio con una estrategia de retirada. Ejemplos resueltos, organizadores, pistas y modelos pueden reducir demandas iniciales; después, el estudiante necesita asumir una proporción creciente del procesamiento. La evidencia de aprendizaje aparece cuando puede explicar, resolver o transferir con menos ayuda. Esta lógica protege contra dos extremos: abandonar demasiado pronto al principiante o mantener apoyos permanentes que ocultan la ausencia de autonomía.

Finalmente, una trayectoria informada por evidencia necesita tiempo. Las promesas de cambio inmediato son incompatibles con la complejidad del aprendizaje. Comprender una explicación puede ocurrir rápidamente; consolidar conocimiento flexible requiere volver a utilizarlo en momentos y contextos diferentes. Por ello, la planificación curricular debería reservar espacio para contenidos anteriores, no tratarlos como unidades cerradas. Recuperar, comparar y aplicar lo aprendido semanas después permite comprobar si la experiencia inicial produjo algo más que familiaridad. El cerebro cambia con la experiencia, pero la educación decide qué experiencias se repiten, cómo se conectan y qué oportunidades existen para convertirlas en conocimiento durable.

De la plasticidad cerebral a la plasticidad pedagógicamente relevante

La plasticidad cerebral adquiere sentido educativo cuando se conecta con cambios observables en conocimiento, desempeño y transferencia. La presencia de modificaciones neurales asociadas con una experiencia no permite concluir, por sí sola, que dicha experiencia sea una estrategia pedagógica superior. El razonamiento educativo necesita avanzar desde el mecanismo hacia el resultado: qué aprende el estudiante, durante cuánto tiempo puede recuperarlo, en qué condiciones lo utiliza y hasta qué punto logra aplicarlo en una situación distinta. Milbocker et al. (2024) describen la neuroplasticidad como un conjunto de procesos dinámicos vinculados con aprendizaje, ejercicio y enriquecimiento ambiental; Pradeep et al. (2024), a su vez, advierten que la neuroeducación requiere una traducción cuidadosa entre niveles de explicación. Esta distinción evita dos errores frecuentes. El primero es convertir cualquier cambio cerebral en evidencia de eficacia didáctica. El segundo es asumir que una intervención educativa necesita demostrar un efecto neural para ser

válida. En realidad, una práctica puede justificarse mediante resultados robustos de aprendizaje aun cuando no exista una medición neurobiológica asociada. Para el docente, la pregunta decisiva es pedagógica: qué experiencia permite que el estudiante comprenda, practique, recupere y transfiera con mayor autonomía.

Diferencias individuales, apoyos y expectativas

La variabilidad entre estudiantes no contradice la neuroplasticidad; constituye una de las condiciones bajo las cuales opera. Dos personas expuestas a la misma explicación pueden diferir en conocimientos previos, velocidad de procesamiento, memoria de trabajo, motivación, sueño, familiaridad con el formato de la tarea y oportunidades anteriores de práctica. Por ello, la enseñanza informada por evidencia no busca uniformar trayectorias, sino ajustar apoyos sin convertir diferencias actuales en etiquetas permanentes. Baker et al. (2025) subrayan la sensibilidad del desarrollo adolescente a los contextos sociales y ambientales, mientras Sana y Fenesi (2025) recuperan la importancia del ajuste entre recursos del aprendiz y características de la instrucción. Una consecuencia práctica consiste en separar meta y apoyo: la meta puede mantenerse común mientras cambian el grado de andamiaje, la cantidad de ejemplos, el tiempo de práctica o la forma de retroalimentación. Esta lógica permite sostener expectativas altas y, simultáneamente, reconocer que la igualdad de oportunidades no equivale a ofrecer exactamente la misma ayuda a todos. La evidencia del progreso debe buscarse en la reducción gradual de apoyos y en la capacidad creciente para resolver tareas de manera independiente.

Actividad física, enriquecimiento y límites de la inferencia

El interés por la relación entre actividad física, funciones cognitivas y plasticidad ha producido resultados relevantes, pero también interpretaciones excesivas. Zang et al. (2024) sintetizan evidencia sobre ejercicio aeróbico, función ejecutiva y rendimiento académico infantil; Mao et al. (2024) examinan intervenciones físicamente activas que incorporan demanda cognitiva. Estos hallazgos justifican considerar el movimiento, la salud y las oportunidades de actividad como componentes del entorno educativo, pero no autorizan a afirmar que una pausa motora específica “enciende”

regiones cerebrales o garantiza aprendizaje de un contenido. El efecto de una intervención depende de su duración, intensidad, población y resultados evaluados. Además, mejorar una medida de función ejecutiva no equivale automáticamente a mejorar comprensión de ciencias, escritura o razonamiento matemático. La transferencia debe demostrarse. En consecuencia, una escuela puede promover actividad física por sus beneficios amplios y explorar su relación con la disposición para aprender, pero debe evitar convertir correlaciones o efectos promedio en prescripciones universales. La prudencia científica no reduce el valor de la intervención; delimita con mayor precisión qué puede afirmarse a partir de ella.

Evaluar el cambio: del desempeño inicial a la transferencia

La evaluación de una enseñanza coherente con la neuroplasticidad debe distinguir entre desempeño durante la práctica y aprendizaje que permanece disponible después. Resolver correctamente una actividad mientras el docente modela cada paso puede indicar comprensión asistida, pero todavía no demuestra autonomía. Para obtener una evidencia más fuerte conviene introducir distancia temporal, retirar gradualmente ayudas y modificar algunas características del problema. La transferencia se convierte así en una prueba especialmente relevante: obliga a reconocer qué conocimiento es pertinente cuando la situación ya no reproduce exactamente el ejemplo original. Milbocker et al. (2024) y Pradeep et al. (2024) permiten sostener una interpretación prudente: el cambio cerebral acompaña al aprendizaje, pero el criterio educativo debe expresarse en términos de capacidades observables y no en supuestas “activaciones”.

Esta distinción también ayuda a mejorar la retroalimentación. Si el objetivo es autonomía, la ayuda no puede resolver permanentemente la parte difícil. Una pista eficaz reduce incertidumbre suficiente para permitir un nuevo intento, pero conserva parte del problema para que el estudiante lo procese. Después de varios ensayos, la ayuda debería disminuir. El docente puede registrar qué tipos de apoyo siguen siendo necesarios y utilizar esa información para decidir si avanzar, volver a enseñar o variar la práctica. La evaluación deja entonces de ser un evento separado y se convierte en una fuente de información para ajustar la trayectoria.

La variabilidad de la práctica merece atención especial. Repetir ejemplos idénticos puede aumentar velocidad y confianza sin garantizar reconocimiento en situaciones nuevas. Introducir cambios controlados en datos, formatos, contextos o preguntas obliga a identificar la estructura profunda del conocimiento. Esto no significa variar todo desde el inicio. El principiante puede necesitar primero ejemplos consistentes y, después, diversidad creciente. La secuencia debe equilibrar estabilidad y variación. El propósito final no es que el estudiante recuerde cómo se resolvió un ejercicio particular, sino que pueda identificar cuándo una idea o procedimiento resulta útil.

En este marco, la neuroplasticidad funciona como fundamento de una pedagogía de progreso verificable. El estudiante no se define por su primer desempeño, pero tampoco se presume aprendizaje por el simple hecho de participar. La enseñanza crea oportunidades, la práctica produce evidencia y la evaluación diferida permite comprobar qué se mantuvo. Esta combinación ofrece una interpretación más rigurosa del cambio: capacidad de realizar con mayor precisión, menor apoyo y mayor flexibilidad aquello que antes no podía realizar.

Criterio de cierre del capítulo: cambio, evidencia y contexto

La idea de un cerebro capaz de cambiar solo adquiere valor educativo cuando se acompaña de criterios para observar ese cambio. La enseñanza debe producir diferencias verificables en comprensión, precisión, autonomía o transferencia, y esas diferencias necesitan interpretarse dentro del contexto en que fueron obtenidas. La misma estrategia puede exigir apoyos distintos según edad, experiencia previa y complejidad del contenido. Milbocker et al. (2024) y Baker et al. (2025) permiten sostener una concepción dinámica sin convertirla en promesa ilimitada. El principio final es doble: evitar etiquetas deterministas y evitar, al mismo tiempo, afirmaciones de plasticidad sin evidencia de aprendizaje. La pedagogía informada por neurociencia se fortalece cuando define resultados educativos observables y utiliza la explicación cerebral con proporcionalidad.

Conclusiones

La neuroplasticidad constituye una de las características fundamentales del sistema nervioso y proporciona un marco científico para comprender por qué los seres humanos pueden aprender,

desarrollar habilidades y modificar diferentes patrones de funcionamiento a partir de la experiencia. La evidencia contemporánea confirma que la plasticidad cerebral no se limita exclusivamente a la infancia. Diferentes procesos de adaptación continúan durante la adolescencia y la adultez. Milbocker et al. (2024) muestran la relación entre aprendizaje, experiencia y mantenimiento de procesos neuroplásticos, mientras que Baker et al. (2025) destacan la especial sensibilidad del cerebro adolescente al ambiente y a las experiencias sociales. Sin embargo, reconocer la capacidad de cambio del cerebro no significa asumir que todo cambio representa aprendizaje ni que cualquier actividad puede producir automáticamente mejores resultados educativos.

El aprendizaje necesita experiencias organizadas. Los conocimientos previos influyen en la interpretación de nueva información. La atención determina qué información recibe mayor procesamiento. La práctica permite utilizar nuevamente lo aprendido. La recuperación fortalece el acceso posterior al conocimiento. El error proporciona información cuando existe oportunidad de analizarlo. La retroalimentación orienta los siguientes pasos. El sueño participa en procesos relacionados con la consolidación de la memoria. El contexto puede facilitar o dificultar todos estos procesos. La investigación reciente sobre recuperación y práctica distribuida ofrece evidencia particularmente relevante para trasladar estos principios al aula. Trumble et al. (2024) muestran que ambas estrategias presentan resultados favorables en una amplia proporción de los experimentos analizados, aunque su aplicación debe adaptarse a las características específicas del aprendizaje.

La retroalimentación constituye otro componente fundamental. Brandmo y Gamlem (2025) muestran que las características y la percepción de la retroalimentación pueden relacionarse con el rendimiento, la motivación, la conducta y la experiencia emocional del estudiante. De la misma manera, comprender la neuroplasticidad exige combatir los neuromitos. Las creencias relacionadas con utilizar únicamente el 10 % del cerebro, clasificar estudiantes según hemisferios o atribuir a cada persona un estilo cerebral fijo carecen de fundamento suficiente y pueden conducir a decisiones educativas poco justificadas. La neurociencia no sustituye la pedagogía. Su aporte más valioso aparece cuando ayuda a formular mejores preguntas sobre el aprendizaje. El docente no necesita identificar qué región cerebral se “enciende” durante cada actividad.

Necesita saber: qué quiere que el estudiante aprenda, qué conocimientos necesita previamente, qué tendrá que hacer con la información, cómo practicará, cómo recibirá retroalimentación y cómo demostrará posteriormente que puede utilizarla. Comprender la neuroplasticidad permite, entonces, abandonar tanto el determinismo como las promesas exageradas. El cerebro puede cambiar. Pero el cambio educativo significativo depende de las experiencias que se diseñan, de las oportunidades que se ofrecen y de la calidad de la enseñanza que acompaña al estudiante. Esta idea constituye el punto de partida de todo el libro. El cerebro posee capacidad de aprender. El desafío de la educación consiste en comprender cómo convertir esa capacidad en experiencias que permitan aprender mejor.

Capítulo

02

Atención, memoria y olvido: enseñar
para que el aprendizaje permanezca

Introducción

Aprender no consiste únicamente en recibir información. Para que un conocimiento pueda mantenerse y utilizarse posteriormente, debe atravesar diferentes procesos relacionados con la selección, el procesamiento, el almacenamiento y la recuperación de la información. En este recorrido, la atención y la memoria desempeñan un papel fundamental. Cada día, los estudiantes reciben una enorme cantidad de estímulos procedentes del entorno. Escuchan explicaciones, observan imágenes, mantienen conversaciones, leen textos, utilizan dispositivos digitales, responden preguntas y procesan simultáneamente información relacionada con sus propias emociones, preocupaciones y experiencias. Sin embargo, solo una parte de esta información consigue ser atendida y posteriormente recordada. La atención puede comprenderse como un conjunto de procesos que permiten seleccionar y priorizar determinada información frente a otros estímulos presentes en el ambiente.

La memoria, por su parte, permite conservar y recuperar información previamente procesada. Ambos procesos se encuentran estrechamente relacionados, pero no son equivalentes. Prestar atención no garantiza recordar, y recordar un contenido durante algunos minutos tampoco significa necesariamente haber construido un aprendizaje duradero. Esta distinción posee especial importancia para la educación. Un estudiante puede permanecer mirando al profesor durante toda una explicación y recordar muy poco al finalizar la clase. Otro puede comprender correctamente un contenido, pero no conseguir recuperarlo varios días después. También puede ocurrir que un estudiante recuerde una definición de manera literal y, sin embargo, sea incapaz de utilizarla para resolver un problema nuevo. Por ello, una enseñanza orientada al aprendizaje necesita considerar diferentes preguntas: ¿Cómo consigue la información captar la atención del estudiante?

¿Qué cantidad de información puede procesarse al mismo tiempo? ¿Cómo se transforma una experiencia temporal en un conocimiento más estable? ¿Por qué olvidamos? ¿Qué estrategias permiten recuperar y fortalecer lo aprendido? Estas preguntas han recibido considerable atención dentro de la psicología cognitiva y la ciencia del aprendizaje. La evidencia reciente destaca

especialmente el valor de estrategias como la práctica de recuperación, la distribución del estudio a lo largo del tiempo, la retroalimentación y la reducción de demandas cognitivas innecesarias. Gonçalves et al. (2025), mediante una revisión sistemática y metaanálisis de 44 estudios, encontraron una ventaja general de la práctica de recuperación sobre diferentes estrategias de codificación elaborativa, aunque dicha ventaja fue pequeña y dependió de factores como el tipo de recuperación y la presencia de retroalimentación.

Estos resultados son importantes porque muestran que el aprendizaje no depende simplemente del número de veces que el estudiante observa una información. La forma en que vuelve a utilizarla, intenta recuperarla y recibe información sobre su desempeño puede modificar significativamente la estabilidad posterior del conocimiento. El olvido tampoco debe interpretarse exclusivamente como una falla. Olvidar constituye una característica normal de la memoria humana. La información que no se utiliza, no se recupera o compite con otros contenidos puede volverse menos accesible con el paso del tiempo. Desde esta perspectiva, enseñar implica también diseñar oportunidades para recordar. El aprendizaje escolar no debería finalizar cuando el contenido ha sido explicado ni cuando ha sido evaluado una sola vez. Para que permanezca, necesita ser recuperado, utilizado, relacionado y aplicado nuevamente. Además, los procesos de memoria continúan después de la experiencia educativa.

La investigación reciente sobre sueño y memoria confirma que el descanso participa en mecanismos relevantes para la consolidación de diferentes formas de aprendizaje. Brodt et al. (2023) explican que durante el sueño se producen procesos de reactivación neuronal que participan en la transformación y estabilización de determinados recuerdos. Por tanto, comprender cómo funcionan la atención, la memoria y el olvido no constituye solamente un tema de interés neurocientífico. Tiene consecuencias directas para: la planificación de las clases, el diseño de materiales, la cantidad de información presentada, la formulación de preguntas, las tareas, el estudio, la evaluación, la retroalimentación y la organización temporal del currículo. Este capítulo analiza estos procesos con un objetivo fundamental: comprender cómo enseñar para aumentar las posibilidades de que aquello que el estudiante aprende hoy pueda seguir siendo utilizado mañana.

Objetivos del capítulo

Objetivo general

Analizar la interacción entre atención, memoria y olvido dentro de los procesos de aprendizaje, identificando estrategias pedagógicas fundamentadas en evidencia que favorezcan la comprensión, consolidación, recuperación y transferencia del conocimiento.

Objetivos específicos

- Comprender la función de la atención dentro del aprendizaje.
- Reconocer las limitaciones de los recursos atencionales.
- Analizar la relación entre atención y memoria.
- Diferenciar memoria de trabajo y memoria a largo plazo. Comprender la influencia de los conocimientos previos sobre el procesamiento de nueva información.
- Analizar el papel de la carga cognitiva en las actividades educativas.
- Comprender los procesos de codificación, consolidación y recuperación.
- Analizar el olvido como parte normal del funcionamiento de la memoria.
- Examinar la práctica de recuperación como estrategia de aprendizaje.
- Reconocer los beneficios de distribuir la práctica a lo largo del tiempo.
- Analizar la función de la retroalimentación durante la recuperación.
- Comprender la influencia del sueño sobre la consolidación de la memoria.
- Identificar prácticas educativas que producen sensación de aprendizaje sin garantizar retención.
- Traducir principios contemporáneos sobre memoria en decisiones concretas para el aula.

La atención: seleccionar para poder aprender

El ambiente proporciona continuamente más información de la que una persona puede procesar conscientemente al mismo tiempo. Dentro de un aula, un estudiante puede recibir simultáneamente

información procedente de: la voz del docente, una presentación, un compañero, sonidos externos, un teléfono móvil, carteles, movimiento, pensamientos internos, recuerdos y preocupaciones.

- emociones. La atención permite priorizar determinados elementos dentro de esta competencia permanente por recursos cognitivos.

Esto explica por qué prestar atención no significa simplemente: “mirar al profesor”. El contacto visual constituye una conducta observable. La atención constituye un proceso cognitivo. Un estudiante puede mirar directamente al profesor mientras piensa en otra situación. Del mismo modo, otro puede desviar la mirada y continuar procesando la explicación. Por esta razón, interpretar la atención únicamente mediante comportamientos externos puede conducir a conclusiones incorrectas. Atención no significa concentración ilimitada: Una idea educativa frecuente consiste en esperar que el estudiante mantenga exactamente el mismo nivel de concentración durante periodos prolongados. Sin embargo, la atención fluctúa. Puede variar en función de: dificultad de la tarea, conocimientos previos, interés, fatiga, emociones, ruido, duración, motivación y estado fisiológico.

Por ello, enseñar no debería depender exclusivamente de la expectativa: “Tienen que prestar atención”. El diseño educativo también debe facilitarla. Puede hacerlo mediante: objetivos claros, explicaciones organizadas, preguntas, pausas cognitivas, ejemplos, cambios razonables de actividad y reducción de información irrelevante. La atención es selectiva: Atender una información supone dejar otras en segundo plano. Este principio posee una consecuencia pedagógica importante. Todo elemento incorporado a una clase compite potencialmente por atención. Una diapositiva puede contener: título, párrafos extensos, imágenes, animaciones, íconos, música, colores y gráficos. El hecho de que todos estos elementos sean visibles no significa que todos sean procesados eficazmente. Algunos pueden distraer de la información central. Por esta razón: más información presentada no significa necesariamente más información aprendida.

Memoria de trabajo: un espacio mental limitado: Una vez que determinada información recibe atención, puede mantenerse temporalmente disponible para ser utilizada. La memoria de trabajo permite mantener temporalmente disponible una cantidad limitada de información mientras se

realizan operaciones cognitivas. Su capacidad es restringida y depende, entre otros factores, de las demandas de la tarea y de la organización de la información (Cowan, 2010). Es necesaria para: comprender una oración compleja, resolver un problema, seguir instrucciones, realizar cálculos mentales, comparar alternativas, escribir y razonar. Sin embargo, su capacidad es limitada. Esto explica por qué una actividad puede volverse difícil incluso cuando cada una de sus partes individualmente parece sencilla.

Por ejemplo, una instrucción como: “Abran la página 56, lean los párrafos dos y tres, subrayen las causas, compárenlas con el gráfico, respondan las preguntas cuatro, cinco y seis y después formen grupos de tres” puede exigir mantener demasiados elementos simultáneamente. Algunos estudiantes pueden olvidar los primeros pasos antes de terminar de escuchar. Carga cognitiva y aprendizaje: La teoría de la carga cognitiva parte de la existencia de una memoria de trabajo limitada y sostiene que el diseño instruccional debe evitar demandas cognitivas innecesarias que interfieran con el procesamiento del contenido relevante (Sweller et al., 2019). Van Nooijen et al. (2024), en una revisión centrada en carga cognitiva y andamiaje experto durante tareas visuales de resolución de problemas, muestran la importancia de administrar las demandas cognitivas de las actividades y proporcionar apoyos ajustados a la experiencia del aprendiz.

En educación, esto significa que una actividad puede resultar difícil por diferentes razones. Puede ser difícil porque: el contenido es conceptualmente complejo. Pero también porque: la manera en que está presentado añade dificultades innecesarias. Esta distinción es fundamental. Carga necesaria y carga innecesaria: Imaginemos un problema matemático. La dificultad relacionada con comprender el concepto matemático constituye parte del aprendizaje. Pero si además: la consigna es ambigua, el texto posee información irrelevante, el estudiante debe buscar datos en varias páginas, el gráfico está mal diseñado y la tarea incorpora demandas adicionales que pueden interferir con el objetivo principal. Desde una perspectiva pedagógica: no debemos eliminar todo esfuerzo, sino eliminar el esfuerzo que no contribuye al aprendizaje buscado.

Tabla 2.1

Situaciones que pueden aumentar innecesariamente la carga cognitiva:

Situación	Posible efecto	Alternativa
Instrucciones demasiado extensas	Olvido de pasos	Dividir y visualizar
Diapositivas saturadas	Competencia por atención	Priorizar información
Información irrelevante	Distracción	Eliminar elementos decorativos
Muchos conceptos simultáneos	Sobrecarga	Secuenciar
Cambiar constantemente de recurso	Coste de orientación	Mantener coherencia
Actividad compleja sin modelo inicial	Sobrecarga del principiante	Utilizar ejemplo trabajado
Consignas ambiguas	Recursos empleados en interpretar	Clarificar el objetivo

Nota. Elaborado a partir de principios contemporáneos de carga cognitiva y diseño instruccional.

El conocimiento previo reduce la carga: La memoria de trabajo es limitada. Sin embargo, la memoria a largo plazo puede almacenar grandes cantidades de conocimiento organizado. Aquí aparece una de las diferencias fundamentales entre un principiante y un experto. Una persona experta no necesariamente posee una memoria de trabajo mucho más grande.

Posee conocimientos organizados que le permiten procesar información de manera más eficiente. Por ejemplo, para un jugador experimentado de ajedrez, una configuración de piezas puede representar un patrón reconocible. Para un principiante puede parecer un conjunto de elementos independientes. Algo semejante ocurre dentro del aula. Un estudiante que domina: multiplicación, fracciones, operaciones algebraicas básicas y puede dedicar recursos a comprender un problema más complejo. Quien todavía necesita calcular operaciones elementales puede tener menos recursos disponibles para comprender el procedimiento nuevo. Esto demuestra por qué: los conocimientos básicos no son enemigos del pensamiento complejo. Pueden constituir una condición para desarrollarlo.

Memoria a largo plazo

La memoria a largo plazo permite conservar información durante periodos que pueden extenderse desde horas hasta años. Dentro de ella pueden almacenarse conceptos, hechos, procedimientos, experiencias, habilidades y significados. Sin embargo, almacenar información no significa que siempre pueda recuperarse fácilmente. Un estudiante puede haber aprendido algo y no conseguir recordarlo

en determinado momento. Esto introduce una diferencia fundamental entre la disponibilidad de la información y su accesibilidad: ambas están relacionadas, pero no son equivalentes. En educación, gran parte del trabajo consiste precisamente en fortalecer la accesibilidad. Codificación: cómo entra la información: La codificación hace referencia a los procesos mediante los cuales una experiencia se transforma en una representación susceptible de ser almacenada.

No toda codificación posee la misma profundidad. Para ilustrar esta diferencia, puede compararse a dos estudiantes: el estudiante A lee tres veces una definición, mientras que el estudiante B la lee, la explica con sus propias palabras, la compara con otro concepto y crea un ejemplo. Ambos estuvieron expuestos. Pero el estudiante B realizó un procesamiento más elaborado. Esto no significa que todas las actividades elaborativas sean siempre superiores en cualquier circunstancia. Gonçalves et al. (2025) encontraron que la práctica de recuperación presentó una pequeña ventaja general frente a condiciones de codificación elaborativa, pero dicha ventaja dependió de aspectos como el tipo de tarea y especialmente de la presencia de retroalimentación.

La conclusión pedagógica no es que baste con recuperar información, sino que conviene combinar una codificación adecuada, oportunidades de recuperación y retroalimentación. Consolidación: convertir una experiencia temporal en memoria más estable: Después de una experiencia de aprendizaje, la memoria continúa transformándose. La consolidación comprende procesos mediante los cuales determinadas representaciones adquieren mayor estabilidad. Esto explica por qué el aprendizaje no finaliza exactamente cuando termina la clase. Brodt et al. (2023) destacan que la consolidación implica interacciones entre distintas estructuras y procesos neuronales y que el sueño cumple una función especialmente relevante en la reorganización de determinados recuerdos. La consecuencia educativa es importante: aprender requiere tiempo. No todo conocimiento puede convertirse inmediatamente en dominio.

Recuperación: recordar también es aprender: La recuperación consiste en intentar acceder a información previamente aprendida. Durante mucho tiempo, las pruebas fueron consideradas fundamentalmente como instrumentos de evaluación. Sin embargo, la investigación demuestra que intentar recuperar información también puede producir aprendizaje. Gonçalves et al. (2025)

analizaron 44 estudios y 142 comparaciones entre práctica de recuperación y diferentes estrategias elaborativas. Encontraron una ventaja pequeña pero significativa para la recuperación, aunque el beneficio fue considerablemente mayor cuando existía retroalimentación. Esta última observación es especialmente relevante. Recuperar incorrectamente sin recibir corrección puede limitar el beneficio. Por ello, una buena secuencia puede ser: Secuencia: 1) PREGUNTA; 2) INTENTO; 3) COMPROBACIÓN; 4) CORRECCIÓN; 5) NUEVO INTENTO.

Tabla 2.2

Exposición y recuperación:

Exposición	Recuperación
Leer una definición	Explicarla sin mirar
Observar una fórmula	Escribirla desde memoria
Revisar apuntes	Responder preguntas sin consultar
Ver un mapa	Dibujarlo aproximadamente
Escuchar una explicación	Resumirla después
Revisar una solución	Resolver nuevamente
Leer vocabulario	Recordar significados

Recuperar no significa examinar constantemente: Uno de los errores posibles consiste en transformar la práctica de recuperación en una sucesión permanente de pruebas calificadas. No es necesario. Una recuperación puede ser: oral, escrita, individual, grupal, breve y sin nota. Puede durar dos minutos. Por ejemplo: “Sin mirar, escriban las tres características que recuerden.” Luego se comprueba. El objetivo principal es fortalecer el aprendizaje y obtener información sobre aquello que todavía necesita trabajo. El valor de la retroalimentación durante la recuperación: Los resultados del metaanálisis de Gonçalves et al. (2025) son particularmente relevantes porque muestran que el beneficio de recuperación frente a estrategias elaborativas estuvo condicionado por la retroalimentación.

Cuando se proporcionó retroalimentación, la ventaja de la recuperación aumentó considerablemente. Brandmo y Gamlem (2025), después de analizar 96 estudios sobre retroalimentación docente en estudiantes de 10 a 16 años, también destacan la importancia de las características de la información proporcionada y de cómo es percibida por el estudiante. Por tanto: preguntar es útil. Sin embargo,

combinar preguntas, comprobación y corrección puede resultar todavía más valioso. Práctica distribuida: aprender en diferentes momentos: Otra estrategia importante consiste en distribuir el estudio. Comparemos: En una práctica concentrada Dos horas el domingo. En una práctica distribuida 30 minutos lunes. 30 minutos miércoles. 30 minutos viernes. 30 minutos la semana siguiente. La cantidad total puede ser idéntica.

Pero la segunda organización obliga a recuperar el conocimiento después de diferentes intervalos. Esto puede fortalecer su accesibilidad. La práctica distribuida también reduce una falsa sensación frecuente: “Lo sé porque acabo de verlo”. Cuando existe tiempo entre sesiones, la recuperación exige mayor esfuerzo. Ese esfuerzo puede aportar información más realista sobre el nivel de aprendizaje. Olvidar: una característica normal de la memoria: Olvidar no constituye una anomalía. Sería imposible conservar con idéntico nivel de acceso toda la información recibida durante la vida. El olvido permite que algunos recuerdos pierdan accesibilidad mientras otros continúan siendo utilizados. Dentro del contexto educativo, el problema aparece cuando conocimientos importantes desaparecen rápidamente después de la evaluación.

Esto ocurre frecuentemente cuando el aprendizaje se organiza de esta forma: Secuencia: 1) Unidad 1; 2) estudiar; 3) examen; 4) olvidar; 5) Unidad 2. El currículo avanza, pero los conocimientos anteriores dejan de recuperarse. Una alternativa consiste en diseñar un currículo más acumulativo: Secuencia: 1) aprender; 2) recuperar; 3) avanzar; 4) volver; 5) conectar; 6) aplicar nuevamente. Por qué olvidamos: El olvido puede relacionarse con diferentes procesos. Entre ellos: escasa codificación, falta de recuperación, interferencia, paso del tiempo, similitud entre contenidos, poca organización y ausencia de pistas adecuadas. No todo olvido tiene la misma causa. Por ello, decir: “No estudió” puede ser una explicación demasiado simple.

El docente necesita identificar qué tipo de dificultad aparece. La interferencia La información nueva puede interferir con la recuperación de conocimientos previamente aprendidos, mientras que la información ya almacenada también puede dificultar el aprendizaje o la recuperación de contenidos nuevos. Estos procesos, conocidos como interferencia retroactiva y proactiva, respectivamente, constituyen mecanismos relevantes del olvido y pueden aparecer con mayor facilidad cuando

los contenidos presentan semejanzas entre sí (Wixted, 2004). Por ejemplo: fórmulas parecidas, conceptos históricos cercanos, vocabulario similar y procedimientos matemáticos relacionados. En estas situaciones puede ser útil enseñar explícitamente las diferencias. Una tabla comparativa puede resultar más efectiva que estudiar cada concepto completamente separado.

Tabla 2.3

Estrategias frente al olvido:

Dificultad	Estrategia
No recuerda después de varios días	Recuperación distribuida
Confunde conceptos similares	Comparación explícita
Memoriza pero no comprende	Elaboración y ejemplos
Comprende pero no recupera	Práctica de recuerdo
Recuerda solo con apuntes	Retirar progresivamente apoyos
Olvida procedimientos	Práctica variada
Confunde pasos	Secuencias visuales iniciales

Releer produce familiaridad: Una de las estrategias más comunes de estudio consiste en releer. El estudiante observa la misma información varias veces. Al hacerlo, aumenta la familiaridad. La sensación puede ser: “Esto ya me lo sé”. Pero reconocer algo cuando está presente es diferente de recuperarlo cuando no está visible. Por eso, una comprobación sencilla consiste en: cerrar el libro e intentar explicarlo. La dificultad que aparece durante esta recuperación proporciona información mucho más útil sobre aquello que realmente está disponible. Subrayar tampoco garantiza recordar: Subrayar puede ser útil para seleccionar información. Pero subrayar por sí mismo no garantiza procesamiento profundo. Si prácticamente todo el texto está resaltado, la estrategia ha perdido su función selectiva. Puede resultar más útil combinarlo con: preguntas, resúmenes, explicación, recuperación y organización.

Copiar no significa aprender: Copiar información puede cumplir determinadas funciones. Pero copiar grandes cantidades de contenido de manera automática puede producir poca elaboración. Por ejemplo: Copie cinco veces la definición. frente a: Escriba la definición con sus palabras y proporcione un ejemplo. La segunda actividad exige mayor transformación de la información. Memoria y significado: La información con significado suele integrarse mejor que los elementos

completamente aislados. Esto no significa que nunca sea necesario memorizar. Hay contenidos cuya recuperación rápida resulta útil: operaciones, vocabulario, símbolos, fórmulas y fechas relevantes. Pero incluso estos contenidos pueden beneficiarse de conexiones significativas. Por ello, memorización y comprensión no deben plantearse necesariamente como enemigos. Una enseñanza sólida puede buscar: comprender + practicar + automatizar cuando sea necesario.

El sueño y la consolidación de la memoria: El sueño desempeña un papel importante en los procesos de memoria. Brodt et al. (2023) señalan que durante el sueño se produce una reactivación de patrones neuronales previamente asociados con experiencias, lo que contribuye a procesos de consolidación y reorganización. Abel et al. (2023) también analizan si el sueño puede proteger determinados recuerdos frente a la interferencia posterior y muestran que la relación entre sueño y consolidación continúa siendo un área relevante de investigación. Una síntesis de revisiones sistemáticas y metaanálisis realizada por Weighall y Kellar (2023) confirma que existe evidencia acumulada sobre la relación entre sueño y consolidación de memoria tanto en niños como en adultos. Desde la educación, esto permite cuestionar una práctica frecuente: estudiar toda la noche antes del examen.

Incrementar horas de exposición sacrificando sistemáticamente sueño puede resultar contraproducente. ¿Podemos aprender mientras dormimos? La idea de aprender contenidos complejos durante el sueño aparece recurrentemente en publicidad y redes sociales. Ataei et al. (2023), en una revisión histórica de 51 estudios sobre aprendizaje durante el sueño, encontraron evidencia de formas sencillas de aprendizaje, como habituación o condicionamiento. Sin embargo, la adquisición de conocimientos complejos durante el sueño continúa sin respaldo suficiente para justificar afirmaciones como “aprender idiomas mientras duermes”. Esto permite distinguir entre la función del sueño en la consolidación de aprendizajes previamente adquiridos y la idea errónea de que dormir puede sustituir el estudio consciente. Ambas afirmaciones no son equivalentes.

Emoción, atención y memoria: Los acontecimientos emocionalmente relevantes suelen captar la atención, pero esto no significa que toda clase deba producir emociones intensas.

La emoción puede facilitar la selección de información y, al mismo tiempo, interferir con el

procesamiento cuando alcanza niveles que consumen recursos cognitivos. Un nivel elevado de ansiedad, por ejemplo, puede ocupar parte de la memoria de trabajo con pensamientos anticipatorios como “Voy a equivocarme”, “No podré hacerlo” o “Todos van a verme”. Cuando esto ocurre, disminuyen los recursos disponibles para resolver la tarea. Por ello, un ambiente de aprendizaje adecuado no necesita eliminar todo desafío, pero sí evitar amenazas innecesarias que interfieran con el procesamiento. La novedad capta atención, pero no garantiza memoria: Los elementos sorprendentes pueden atraer la atención, pero la atención momentánea no equivale automáticamente a aprendizaje. Un video espectacular puede ser recordado sin que se conserve el concepto que pretendía enseñar.

La cuestión pedagógica relevante es si la novedad dirige la atención hacia el contenido o hacia sí misma. Si el estudiante recuerda que “el experimento explotó”, pero no comprende la reacción química, la experiencia pudo resultar llamativa sin alcanzar plenamente el objetivo educativo. Multitarea y aprendizaje: Los estudiantes suelen intentar realizar simultáneamente varias actividades, como escuchar al profesor, responder mensajes, consultar redes sociales, conversar y realizar una tarea. En realidad, cuando varias actividades requieren atención, suele producirse una alternancia rápida entre ellas, con costes para el procesamiento y el rendimiento. El cerebro puede cambiar rápidamente entre tareas, pero este cambio tiene costes. Cuando ambas actividades requieren atención, el rendimiento puede deteriorarse. Por ello, la llamada multitarea frecuentemente implica alternancia rápida entre actividades. Esto posee especial relevancia dentro de ambientes digitales.

Tecnología, atención y diseño: La tecnología puede facilitar: acceso, visualización, interacción y retroalimentación. Pero también puede incrementar distractores. La pregunta educativa no es: ¿usamos tecnología? Sino: ¿cómo está diseñada la experiencia tecnológica? Una herramienta digital puede favorecer el aprendizaje cuando reduce barreras y organiza información. Puede dificultarlo cuando añade notificaciones, opciones o estímulos irrelevantes. La recuperación como parte de la clase: Una clase puede incorporar recuperación en distintos momentos. Inicio: “¿Qué recuerdan de ayer?” Durante la actividad, “Cierren los apuntes y expliquen el concepto.” Final: “Escriban las tres ideas principales.” Semana siguiente: “Antes de avanzar, recuperemos dos conceptos anteriores.”

Mes siguiente: Incluir una pregunta antigua dentro de una actividad nueva. Así, el aprendizaje deja de pertenecer únicamente al día en que fue explicado.

Intercalar conocimientos anteriores: Una práctica útil consiste en mezclar problemas o contenidos relacionados en lugar de agrupar siempre ejercicios idénticos. Por ejemplo: En lugar de: 10 ejercicios de multiplicación 10 ejercicios de división 10 ejercicios de fracciones pueden presentarse posteriormente problemas mezclados. Esto obliga al estudiante a identificar: qué procedimiento necesita. En una situación real, el problema no suele anunciar qué estrategia debe aplicarse.

Transferencia y memoria: Recordar información constituye un objetivo. Pero la educación aspira también a utilizarla. Un estudiante puede memorizar: $\text{densidad} = \text{masa}/\text{volumen}$ y todavía no saber cuándo aplicar esa relación. La transferencia requiere experiencias que cambien: contexto, ejemplos, formato y problema. Por ello, después de practicar una habilidad en condiciones conocidas conviene introducir variaciones.

Tabla 2.4

Del recuerdo a la transferencia:

Nivel	Actividad
Reconocer	Seleccionar respuesta correcta
Recordar	Responder sin opciones
Explicar	Utilizar palabras propias
Aplicar	Resolver problema similar
Comparar	Distinguir conceptos
Transferir	Resolver situación nueva
Crear	Utilizar conocimiento para producir una solución

Retroalimentación y memoria: La retroalimentación es particularmente importante cuando el estudiante intenta recuperar. Si responde correctamente, puede reforzar su confianza. Si responde incorrectamente, necesita identificarlo. Brandmo y Gamlem (2025) muestran que los efectos de la retroalimentación dependen tanto del contenido como de la forma en que los estudiantes la interpretan. Una retroalimentación útil debería ser: comprensible, específica, relevante, oportuna y utilizable. No necesita ser extensa. Memoria y evaluación: Tradicionalmente, evaluación y aprendizaje se han separado. Primero: se enseña. Después de la actividad, se evalúa. Pero si recuperar

información fortalece el aprendizaje, la evaluación formativa puede formar parte del proceso. Esto no significa convertir cada actividad en calificación. Significa utilizar preguntas frecuentes para: recuperar, diagnosticar, corregir y ajustar.

Evaluación de bajo riesgo

Las actividades de recuperación funcionan especialmente bien cuando equivocarse no implica siempre una consecuencia académica fuerte. Podemos usar: preguntas sin nota, mini cuestionarios, tarjetas, respuestas rápidas, ejercicios de entrada y actividades de salida. Así se obtiene información sin convertir cada error en penalización.

Tabla 2.5

Estrategias de recuperación de bajo riesgo:

Estrategia	Duración aproximada
Tres cosas que recuerdo	2 minutos
Pregunta de inicio	2–3 minutos
Mini cuestionario	5 minutos
Explicar a un compañero	3 minutos
Dibujar desde memoria	5 minutos
Resumir sin mirar	3 minutos
Resolver un problema antiguo	5 minutos

La memoria no es una grabadora: Otro mito frecuente consiste en imaginar la memoria como una cámara que almacena experiencias exactamente cómo ocurrieron. La memoria es reconstructiva. Cuando recordamos, reconstruimos información a partir de elementos almacenados, conocimientos y contexto. Esto explica por qué:

- podemos olvidar detalles;
- mezclar experiencias;
- recordar con seguridad algo inexacto. Desde la educación, esta característica demuestra nuevamente la importancia de verificar el aprendizaje.

Sentirse seguro no garantiza estar correcto. Confianza y aprendizaje: Algunos estudiantes sobreestiman aquello que saben. Otros lo subestiman. Por ello, enseñar estrategias metacognitivas

resulta importante. Una pregunta sencilla es: “¿Qué tan seguro estás de tu respuesta?” Luego: “Compruébala”. Esta comparación entre predicción y desempeño ayuda a desarrollar capacidad para evaluar el propio aprendizaje. Enseñar a estudiar: Una de las funciones más importantes de la escuela debería consistir en enseñar cómo estudiar. Muchos estudiantes utilizan estrategias basadas principalmente en: releer, copiar, subrayar y estudiar todo antes del examen. No necesariamente porque sean las mejores. Sino porque son las que conocen. La escuela puede enseñar explícitamente: recuperación, práctica distribuida, organización, autoevaluación, planificación y revisión de errores. Ejemplo: transformar una sesión de estudio: Estrategia tradicional: Leer el capítulo tres veces. Estrategia alternativa:

1. Leer una sección.
2. Cerrar el libro.
3. Escribir qué recuerda.
4. Revisar.
5. Corregir.
6. Formular preguntas.
7. Volver al contenido dos días después.
8. Intentar recuperarlo nuevamente.

La cantidad de tiempo puede ser semejante. Pero la actividad cognitiva es distinta. Memoria y conocimientos fundamentales: En ocasiones se presenta una oposición falsa: memorizar o comprender. La educación necesita ambos procesos. Un estudiante que necesita detenerse para recordar constantemente información básica puede dedicar menos recursos a problemas complejos. Por ello, determinadas habilidades fundamentales pueden necesitar automatización. Por ejemplo: vocabulario, operaciones básicas, convenciones y hechos centrales. La automatización libera recursos para tareas superiores. El docente como organizador del recuerdo: Tradicionalmente, el profesor organiza principalmente: qué se enseña hoy. Una perspectiva basada en memoria añade

una segunda pregunta: ¿cuándo volveremos a esto? La planificación debería incorporar recuperación futura.

No solamente exposición presente. Esto transforma el currículo. De un currículo lineal a uno acumulativo: En un currículo lineal Secuencia: 1) Tema A; 2) examen; 3) Tema B; 4) examen; 5) Tema C. En un currículo acumulativo Secuencia: 1) Tema A; 2) recuperar A; 3) Tema B; 4) recuperar A+B; 5) Tema C; 6) recuperar A+B+C. La segunda estructura aumenta oportunidades de mantener conocimientos anteriores activos. Aplicación práctica 1: clase de Historia: El tema propuesto es causas de la independencia. Inicio y recuperación de conocimientos previos. La actividad comienza sin apuntes, mediante la pregunta: «¿Qué recuerdan sobre la estructura colonial estudiada anteriormente?». Enseñanza y procesamiento.

El docente presenta las causas organizadas en categorías y solicita comparar las causas internas y externas, de modo que la explicación se acompañe de una tarea de organización conceptual. Recuperación y retroalimentación. Al finalizar, los estudiantes cierran los materiales y escriben tres causas de la independencia. El docente comprueba las respuestas y ofrece retroalimentación sobre los errores o relaciones incompletas. Recuperación diferida y transferencia. En la semana siguiente, la clase comienza con dos preguntas sobre el contenido anterior. En una evaluación posterior se incorpora un caso nuevo que exige relacionar las causas estudiadas, con el propósito de valorar la transferencia del aprendizaje. Aplicación práctica 2: Matemáticas: El tema propuesto es ecuaciones lineales.

Activación y explicación. La secuencia comienza recuperando las operaciones algebraicas necesarias y continúa con la presentación explícita de un procedimiento inicial para resolver ecuaciones lineales. Práctica guiada e independiente. Primero se resuelven ejemplos con apoyo docente y, posteriormente, ejercicios nuevos de manera independiente. Recuperación diferida e intercalado. Al día siguiente, los estudiantes resuelven una ecuación sin consultar el ejemplo. Más adelante, las ecuaciones se intercalan con otros tipos de problemas para que el estudiante deba identificar y seleccionar la estrategia pertinente. Aplicación práctica 3: Ciencias: El tema propuesto es sistema respiratorio. La actividad comienza con la observación de un esquema del sistema respiratorio.

Después de retirarlo, el estudiante reconstruye de memoria los órganos principales, la secuencia del recorrido del aire y la función de las estructuras implicadas. A continuación, compara su reconstrucción con el esquema original, identifica diferencias y corrige los errores. De este modo, la actividad integra representación visual, práctica de recuperación y retroalimentación sin convertir estos procesos en ejercicios aislados. Neuromitos relacionados con atención y memoria: Mito 1. Una persona tiene memoria buena o mala de forma fija: La memoria no constituye una capacidad única ni una característica fija de la persona. El desempeño depende del tipo de tarea, de los conocimientos disponibles, de las estrategias utilizadas y de las condiciones en que se produce la recuperación.

Mito 2. Releer muchas veces garantiza aprender: La relectura puede aumentar la familiaridad con un contenido, pero esa sensación de familiaridad no garantiza que la información pueda recuperarse o aplicarse posteriormente. Mito 3. Si un estudiante no recuerda, nunca aprendió: No recordar en un momento determinado no demuestra que nunca se haya aprendido. La información puede haberse almacenado de forma parcial o presentar dificultades de acceso, por lo que conviene analizar las condiciones de recuperación antes de extraer conclusiones. Mito 4. Memorizar siempre es negativo: La memorización mecánica y desvinculada de la comprensión puede ser limitada; sin embargo, disponer de conocimientos accesibles en la memoria puede liberar recursos cognitivos y favorecer procesos de razonamiento más complejos.

Mito 5. Atención significa mirar al profesor: La atención es un proceso cognitivo que no puede inferirse exclusivamente a partir del contacto visual. Un estudiante puede mirar al docente sin procesar la información o, por el contrario, mantener la atención mientras dirige la mirada hacia una tarea o material relevante. Mito 6. Podemos aprender contenidos complejos mientras dormimos: El sueño contribuye a la consolidación de aprendizajes previos, pero la evidencia no respalda la idea de que escuchar audios durante el sueño pueda sustituir el aprendizaje consciente de contenidos complejos. Limitaciones y precauciones: Las estrategias presentadas no deben convertirse en recetas universales. La práctica de recuperación, por ejemplo, necesita considerar: edad, conocimientos previos, dificultad y tipo de contenido.

- retroalimentación. Gonçalves et al. (2025) muestran precisamente que la ventaja de la

recuperación no es idéntica frente a todas las estrategias elaborativas ni bajo todas las condiciones.

Esto es importante porque la ciencia del aprendizaje no debería convertirse en una colección de reglas rígidas. La pregunta correcta no es: “¿Cuál es la mejor estrategia para todo?” Sino: “¿Qué estrategia sirve mejor para este objetivo, contenido y estudiante?” Diez principios para enseñar pensando en la memoria:

1. Reducir información innecesaria.
2. Activar conocimientos previos.
3. Dividir tareas complejas.
4. Proporcionar modelos cuando el estudiante es principiante.
5. Pedir procesamiento activo.
6. Crear oportunidades frecuentes de recuperación.
7. Proporcionar retroalimentación.
8. Distribuir la práctica.
9. Volver periódicamente a contenidos antiguos.
10. Utilizar el conocimiento en contextos variados.

Tabla 2.6

Preguntas para planificar una clase orientada a la memoria:

Pregunta docente	Propósito
¿Qué necesitan recordar antes de comenzar?	Activar conocimientos previos
¿Cuánta información presentaré?	Controlar carga
¿Qué podría distraer?	Favorecer atención
¿Qué deben comprender hoy?	Priorizar
¿Cómo procesarán la información?	Mejorar codificación
¿Cómo intentarán recordarla?	Favorecer recuperación
¿Cuándo la volveremos a utilizar?	Distribuir práctica
¿Cómo comprobarán errores?	Retroalimentar
¿Cómo variará la tarea?	Favorecer transferencia

Pregunta docente	Propósito
¿Cómo sabré si permanece después?	Evaluar retención

Hacia una cultura educativa que valore la permanencia: Muchas instituciones miden el aprendizaje principalmente en el momento inmediato. El estudiante estudia. Responde. Obtiene una calificación. Pero una pregunta más exigente sería: ¿Qué puede recordar y utilizar tres meses después? Esta pregunta transforma el significado de enseñar. El objetivo deja de ser únicamente completar contenidos. Se convierte en construir conocimientos que permanezcan disponibles. Esta idea adquiere mayor valor cuando se traduce en decisiones observables dentro del aula. El docente puede definir con claridad el propósito, anticipar dificultades, proporcionar apoyos proporcionados y recoger evidencia del desempeño antes de modificar la estrategia. Así, la intervención se mantiene vinculada con el aprendizaje real del estudiante y evita convertir un principio general en una receta aplicable de manera automática a cualquier contexto.

Profundización: arquitectura de la memoria y diseño para la permanencia

Disponibilidad y accesibilidad de la información

La memoria a largo plazo puede conservar información durante periodos extensos, pero conservar no equivale a recuperar con facilidad. Esta distinción entre disponibilidad y accesibilidad explica por qué un estudiante puede haber aprendido un contenido y, sin embargo, no evocarlo cuando una tarea lo exige. La recuperación depende de las claves disponibles, del grado de organización del conocimiento, de la práctica previa y de la interferencia producida por otros contenidos. Por ello, la enseñanza no debería limitarse a favorecer una codificación inicial aparentemente correcta. También necesita crear oportunidades para recuperar después de intervalos crecientes y en contextos variados. Gonçalves et al. (2025) encontraron una ventaja general de la práctica de recuperación frente a diversas estrategias de codificación elaborativa, aunque el efecto dependió de las condiciones de aplicación y de la retroalimentación disponible.

Codificación elaborativa y organización del conocimiento

La codificación describe los procesos mediante los cuales una experiencia se transforma en una

representación que puede conservarse y utilizarse posteriormente. No toda exposición produce el mismo grado de elaboración. Releer una definición varias veces puede aumentar familiaridad, mientras que explicarla con palabras propias, relacionarla con conocimientos anteriores, construir un ejemplo y contrastarla con un concepto cercano obliga a procesar relaciones semánticas más profundas. Esto no significa que cualquier actividad elaborativa sea superior en toda circunstancia: una elaboración incorrecta también puede consolidar errores. La calidad depende de que la actividad dirija la atención hacia los rasgos relevantes del contenido y permita recibir corrección. Desde la perspectiva de carga cognitiva, la elaboración debe ajustarse al nivel de experiencia del estudiante para que la complejidad añadida contribuya al aprendizaje y no se convierta en una demanda innecesaria (Sweller et al., 2019).

Recuperación, retroalimentación y dificultad productiva

Intentar recordar antes de volver a estudiar puede producir una experiencia de dificultad que resulta pedagógicamente valiosa cuando el desafío es alcanzable y existe retroalimentación posterior. La práctica de recuperación obliga al estudiante a reconstruir información, revela vacíos y proporciona al docente evidencia sobre qué conocimientos son accesibles sin apoyo. Trumble et al. (2024), en una revisión sistemática realizada en educación de profesiones de la salud, encontraron beneficios frecuentes de la recuperación y de la práctica distribuida, aunque con variación entre diseños y condiciones. La implicación educativa no consiste en convertir cada recuerdo en examen. Pueden utilizarse preguntas breves, explicaciones sin consulta, mapas elaborados de memoria o problemas de aplicación de bajo riesgo. La retroalimentación posterior debe corregir errores y orientar un nuevo intento, evitando que una respuesta incorrecta permanezca sin revisión.

Sueño, descanso y consolidación

La consolidación recuerda que el aprendizaje no termina cuando finaliza la clase. Durante el sueño se producen procesos relacionados con la reactivación y reorganización de recuerdos, de modo que el descanso forma parte de las condiciones que sostienen la memoria. Brodt et al. (2023) revisan mecanismos de consolidación sistémica durante el sueño, mientras que Abel et al. (2023) analizan su

posible papel protector frente a la interferencia. En educación, estos hallazgos no justifican recetas sobre un número universal de horas para todos los estudiantes ni técnicas de aprendizaje mientras se duerme. Sí permiten cuestionar prácticas que normalizan la privación crónica de sueño como estrategia de estudio. Una planificación razonable distribuye el trabajo, evita depender de sesiones masivas de última hora y ofrece oportunidades de recuperación después de periodos de descanso.

Atención y memoria en entornos digitales

Los entornos digitales multiplican las posibilidades de acceso a información, pero también aumentan la competencia por la atención. Notificaciones, cambios de ventana, mensajes y contenidos breves pueden interrumpir una tarea que exige mantener metas y relaciones conceptuales durante varios minutos. El problema no es que la tecnología sea intrínsecamente perjudicial, sino que cada cambio de foco puede imponer costes de orientación y fragmentar el procesamiento. Por ello, una enseñanza digital informada por la ciencia del aprendizaje debería diferenciar herramientas que apoyan la tarea de estímulos que compiten con ella. Suárez Pérez (2026) vincula neurodidáctica, atención sostenida, memoria a largo plazo y diseño instruccional, mientras que Fernández Cando et al. (2026) examinan la relación entre neuroeducación y tecnologías emergentes. En ambos casos, la utilidad pedagógica depende de un diseño deliberado y no de la novedad del recurso.

Diseñar para recordar después de la evaluación

Una evaluación inmediata puede mostrar comprensión momentánea sin demostrar permanencia. Para conocer si un aprendizaje se consolidó, conviene incorporar comprobaciones diferidas y tareas que exijan utilizar el conocimiento después de que haya desaparecido la familiaridad de la clase inicial. Este principio cambia la planificación curricular: los contenidos importantes deben reaparecer, conectarse con unidades posteriores y recuperarse antes de introducir aprendizajes que dependen de ellos. También modifica la retroalimentación, porque una corrección útil no debería cerrar el proceso, sino preparar un nuevo intento. La permanencia se fortalece cuando el estudiante alterna comprensión, recuperación, corrección, espaciamento y aplicación. De esta manera, la memoria deja de ser una etapa pasiva de almacenamiento y se convierte en un sistema dinámico cuyo acceso

puede entrenarse mediante experiencias educativas distribuidas y significativas (Gonçalves et al., 2025; Trumble et al., 2024).

De la memoria inmediata al currículo acumulativo

Una enseñanza orientada a la permanencia necesita modificar la unidad temporal con la que se planifica. Si cada tema se enseña, practica y evalúa dentro de una misma semana para desaparecer después, el sistema favorece un rendimiento inmediato que puede confundirse con aprendizaje estable. Wixted (2004) muestra que el olvido constituye un fenómeno central de la memoria; Brodt et al. (2023) y Weighall y Kellar (2023) permiten comprender que la consolidación continúa más allá del momento de estudio. La consecuencia curricular es clara: el tiempo entre oportunidades de uso no debe considerarse un vacío, sino parte del diseño.

Un currículo acumulativo vuelve deliberadamente sobre conocimientos anteriores. Esto puede hacerse mediante preguntas breves al inicio de una clase, problemas que mezclan contenidos, explicaciones que exigen conectar conceptos o evaluaciones que incorporan aprendizajes de semanas previas. Trumble et al. (2024) y Gonçalves et al. (2025) respaldan la importancia de la recuperación y la distribución, aunque sus resultados también obligan a evitar fórmulas rígidas. El intervalo adecuado depende de la complejidad, del dominio previo y de la finalidad. La regla pedagógica no es repetir según un calendario universal, sino impedir que el conocimiento deje de utilizarse después de su primera evaluación.

La retroalimentación adquiere otra función dentro de este modelo. No basta con corregir una respuesta; es necesario crear una nueva oportunidad para actuar sobre la corrección. Brandmo y Gamlem (2025) muestran que las características de la retroalimentación y la manera en que es percibida se relacionan con múltiples resultados educativos. Una devolución que llega cuando la unidad ya terminó puede informar, pero tiene menor capacidad para modificar la acción. Por ello, el ciclo más productivo incluye intento, información, revisión y nuevo intento. Esta secuencia transforma la evaluación en parte del aprendizaje y permite al docente observar si el error fue realmente corregido.

El diseño acumulativo también ayuda a distinguir dificultad deseable de dificultad innecesaria. Recuperar después de un intervalo puede exigir esfuerzo productivo; descifrar instrucciones ambiguas o buscar información dispersa consume recursos sin contribuir al objetivo. Sweller et al. (2019) y Seufert et al. (2024) ofrecen criterios para analizar estas demandas. La enseñanza no debe eliminar todo esfuerzo, sino orientar el esfuerzo hacia la operación cognitiva que se desea aprender. Cuando la dificultad proviene del contenido, puede ser necesaria; cuando proviene de una presentación desorganizada, debe reducirse. Así, atención, memoria de trabajo, recuperación y olvido dejan de ser temas aislados y se convierten en principios para organizar el currículo en el tiempo.

Arquitectura cognitiva y diseño de explicaciones

La enseñanza eficaz exige reconocer que la memoria de trabajo dispone de recursos limitados y que esos límites interactúan con el conocimiento almacenado en la memoria a largo plazo. Sweller et al. (2019) muestran que la carga cognitiva no depende únicamente de la cantidad de información, sino también de la relación entre la complejidad de la tarea y los esquemas disponibles en el aprendiz. Seufert et al. (2024) amplían esta discusión al destacar la interacción entre carga, recursos del estudiante y autorregulación. Por ello, una explicación que resulta clara para un experto puede ser excesivamente densa para un principiante. La respuesta pedagógica no consiste en simplificar indefinidamente el contenido, sino en secuenciarlo: activar conocimientos necesarios, modelar procedimientos, utilizar ejemplos trabajados cuando son pertinentes y retirar apoyos conforme aumenta la competencia. Sana y Fenesi (2025) recuerdan que el ajuste instruccional depende de las características del aprendiz. En términos prácticos, diseñar para la memoria de trabajo significa decidir qué debe atenderse ahora, qué puede posponerse, qué información debe permanecer visible y qué procedimientos necesitan automatización para liberar recursos cognitivos.

Recuperación, espaciado y aprendizaje durable

La práctica de recuperación cambia la función de la evaluación cuando se utiliza con bajo riesgo. Preguntar no sirve únicamente para medir lo que el estudiante sabe; puede constituir una oportunidad

para fortalecer el acceso al conocimiento. Gonçalves et al. (2025) y Trumble et al. (2024) muestran beneficios de la recuperación y de la distribución temporal, aunque también señalan que los efectos dependen de las condiciones de aplicación. Esta precisión es importante: no toda prueba produce el mismo aprendizaje y no existe un intervalo universal óptimo. La recuperación resulta más formativa cuando exige reconstruir información relevante, ofrece retroalimentación y reaparece después de intervalos que obligan a realizar esfuerzo cognitivo. Bego et al. (2024) aportan evidencia sobre estrategias de aprendizaje que permiten discutir la diferencia entre familiaridad y dominio: releer puede producir sensación de fluidez, mientras recuperar sin apoyo revela con mayor claridad qué permanece accesible. El docente puede utilizar esta diferencia para diseñar secuencias acumulativas en las que contenidos anteriores vuelvan a aparecer en preguntas breves, problemas o explicaciones, evitando que el currículo funcione como una sucesión de temas que se abandonan después de cada evaluación.

Distracción digital y control del entorno

La atención no depende exclusivamente de la voluntad. El entorno puede facilitar o dificultar el mantenimiento de una meta cognitiva. En contextos digitales, notificaciones, cambios de ventana y estímulos sociales compiten con la tarea académica y generan costos de reorientación. Park et al. (2025) examinan intervenciones para prevenir la distracción digital en aulas de secundaria, un problema que obliga a superar explicaciones moralizantes centradas únicamente en “falta de disciplina”. Una respuesta educativa más útil combina expectativas claras, diseño del entorno y enseñanza explícita de estrategias. Puede establecer momentos de uso y de no uso del dispositivo, reducir notificaciones, pedir que una sola fuente de información permanezca visible y explicar por qué alternar continuamente entre tareas deteriora el procesamiento. Estas medidas no implican rechazar la tecnología. Significan asignarle una función. Cuando el dispositivo permite recuperar información, producir una explicación, comparar fuentes o recibir retroalimentación, puede apoyar el aprendizaje; cuando introduce estímulos irrelevantes, aumenta la competencia por recursos atencionales. El criterio no es tecnológico sino cognitivo y pedagógico.

Diseñar evaluaciones que también enseñen

La evaluación puede contribuir al aprendizaje cuando obliga a recuperar, organizar y aplicar conocimientos en lugar de limitarse a registrar una calificación. Gonçalves et al. (2025) muestran que la práctica de recuperación puede superar a distintas estrategias de codificación en determinadas condiciones, y Trumble et al. (2024) documentan beneficios de combinar recuperación y distribución temporal. Esto permite replantear la frecuencia de las evaluaciones: no todas necesitan ser extensas ni tener consecuencias altas. Preguntas breves y acumulativas pueden ofrecer información al docente y, al mismo tiempo, fortalecer el acceso del estudiante a contenidos anteriores.

El diseño debe cuidar el tipo de respuesta solicitada. Reconocer una opción correcta entre alternativas puede ser útil para ciertos objetivos, pero explicar, reconstruir un procedimiento o resolver un problema exige recuperar y organizar información con menor apoyo. Alternar formatos permite obtener una imagen más completa. También conviene separar la dificultad del contenido de dificultades irrelevantes introducidas por instrucciones ambiguas, exceso de texto o interfaces confusas. Sweller et al. (2019) recuerdan que los recursos de memoria de trabajo son limitados; una evaluación mal diseñada puede medir la capacidad para gestionar ruido más que el conocimiento que se pretende valorar.

La retroalimentación debe cerrar el ciclo. Una prueba que identifica errores pero no ofrece oportunidad posterior de corrección pierde parte de su valor formativo. Brandmo y Gamlem (2025) muestran que la experiencia de retroalimentación se relaciona con dimensiones cognitivas, emocionales y conductuales. Una práctica útil consiste en seleccionar algunos errores frecuentes, analizarlos colectivamente y pedir un nuevo intento con una variante. De esta manera, la evaluación no termina en la identificación de una falla: crea una nueva ocasión para aprender.

Finalmente, las evaluaciones acumulativas ayudan a combatir una organización fragmentada del currículo. Cuando los contenidos anteriores reaparecen, el estudiante comprende que aprender no significa superar una unidad y olvidarla. El docente, por su parte, obtiene datos sobre permanencia y puede detectar qué conocimientos se están debilitando. Esta información permite programar nuevas

oportunidades de recuperación antes de que la pérdida sea demasiado grande. Enseñar para que el aprendizaje permanezca implica, por tanto, evaluar no solo al final de una secuencia, sino también después de que el tiempo haya puesto a prueba la accesibilidad del conocimiento.

Criterio de cierre del capítulo: recordar para poder utilizar

La permanencia del aprendizaje no puede inferirse de la fluidez durante la explicación. El estudiante necesita demostrar que puede recuperar y utilizar el conocimiento después de que desaparecen las ayudas inmediatas. Por ello, una planificación rigurosa incorpora momentos de recuperación diferida, variación de problemas y retroalimentación con nuevo intento. Gonçalves et al. (2025), Trumble et al. (2024) y Sweller et al. (2019) permiten articular estas decisiones: distribuir oportunidades, exigir recuperación y controlar demandas innecesarias. La memoria no es un depósito pasivo, sino una condición para pensar con conocimientos disponibles. Enseñar para recordar no implica privilegiar memorización mecánica; implica construir una base accesible que permita explicar, comparar, resolver y transferir.

Conclusiones

La atención, la memoria y el olvido constituyen procesos centrales para comprender el aprendizaje humano. La información que recibe un estudiante no se almacena automáticamente. Necesita ser seleccionada, procesada, organizada, relacionada con conocimientos anteriores y recuperada posteriormente. La atención cumple una función selectiva dentro de ambientes saturados de estímulos. Sin embargo, prestar atención no garantiza aprender. La información necesita interactuar con procesos de memoria y con estructuras de conocimientos previos. La memoria de trabajo posee capacidad limitada. Esta característica obliga a considerar cuidadosamente la cantidad y organización de información presentada durante las actividades educativas. La investigación contemporánea sobre carga cognitiva continúa mostrando la importancia de ajustar los apoyos y las demandas de las tareas al nivel de experiencia del estudiante.

La memoria a largo plazo constituye la base sobre la cual se desarrollan conocimientos más complejos. Cuanto más organizado y accesible sea el conocimiento previo, mayor facilidad puede

existir para interpretar información nueva. En este proceso, la práctica de recuperación representa una de las estrategias con mayor interés educativo reciente. Gonçalves et al. (2025) encontraron una pequeña ventaja general de la recuperación frente a estrategias de codificación elaborativa, pero también demostraron que la presencia de retroalimentación modifica de manera considerable sus beneficios. Este resultado obliga a evitar simplificaciones. No basta con preguntar. Es necesario crear oportunidades para: Secuencia: 1) intentar; 2) comprobar; 3) corregir; 4) volver a intentar.

El olvido también debe comprenderse como parte normal del funcionamiento de la memoria. Su presencia no significa necesariamente fracaso. La enseñanza puede intervenir mediante recuperación distribuida, comparación, práctica variada y reactivación periódica de conocimientos anteriores. El sueño constituye otro componente importante de la consolidación. La evidencia revisada por Brodt et al. (2023), Abel et al. (2023) y Weighall y Kellar (2023) muestra que los procesos de memoria continúan después de la experiencia inicial y que el descanso desempeña una función relevante en diferentes formas de consolidación. En términos educativos, enseñar para que el aprendizaje permanezca requiere abandonar una lógica exclusivamente lineal. No basta con: Secuencia: 1) explicar; 2) evaluar; 3) avanzar.

Una enseñanza orientada a la memoria necesita: Secuencia: 1) explicar; 2) procesar; 3) recuperar; 4) corregir; 5) espaciar; 6) volver; 7) aplicar. Esta transformación posee una consecuencia profunda para la planificación. El docente no organiza solamente aquello que el estudiante aprenderá hoy. También organiza cuándo y cómo tendrá que recordarlo mañana. Por ello, el mensaje fundamental de este capítulo puede resumirse así: Aprender no significa solamente comprender algo en el presente; significa poder recuperarlo y utilizarlo cuando ya no tenemos delante aquello que nos ayudó a aprenderlo. Comprender cómo la atención selecciona información y cómo la memoria consigue conservarla conduce al siguiente desafío: analizar aquello que hace que el estudiante quiera iniciar, sostener y persistir en ese proceso. Ese será el tema del siguiente capítulo.

Capítulo

03

Emoción, motivación y curiosidad:
condiciones para aprender

Introducción

Aprender no constituye un proceso exclusivamente cognitivo. Cada experiencia educativa ocurre dentro de un estudiante que también siente, interpreta, anticipa, se interesa, se preocupa, se entusiasma, se frustra y establece relaciones con las personas y los ambientes que forman parte de su proceso formativo. Las emociones acompañan constantemente el aprendizaje. Un estudiante puede sentir curiosidad ante una pregunta que desafía sus conocimientos, satisfacción al resolver un problema, ansiedad antes de una evaluación, aburrimiento durante una actividad poco significativa, orgullo después de superar una dificultad o frustración cuando los resultados no coinciden con el esfuerzo realizado. Estas experiencias emocionales no constituyen elementos externos al aprendizaje. Interactúan con procesos como la atención, la memoria, la motivación, la toma de decisiones, la persistencia y las estrategias utilizadas para afrontar las tareas académicas.

Xie et al. (2025), mediante un metaanálisis de 120 estudios realizados entre 2000 y 2024, encontraron que las emociones académicas positivas se relacionaban positivamente con el rendimiento y especialmente con la motivación, mientras que las emociones negativas presentaban asociaciones inversas con ambos resultados. Sin embargo, los propios autores advierten que estas relaciones presentan variaciones asociadas al contexto, la cultura y las características de las evaluaciones. Estos resultados permiten superar una concepción tradicional en la que emoción y razón aparecen como dimensiones completamente separadas. El estudiante no deja sus emociones fuera del aula cuando comienza una actividad académica. Por el contrario, aquello que siente puede influir en: qué información recibe atención, cuánto esfuerzo está dispuesto a invertir, cuánto tiempo persiste, cómo interpreta un error, si pide ayuda, si evita una tarea y qué recuerda de una experiencia.

- cómo se relaciona con docentes y compañeros. Sin embargo, reconocer la importancia de las emociones tampoco significa afirmar que los estudiantes necesitan sentirse felices permanentemente para aprender.

La educación incluye experiencias que pueden resultar difíciles, frustrantes o cognitivamente exigentes. Resolver un problema complejo puede producir tensión. Recibir retroalimentación puede

generar incomodidad. Reconocer que una respuesta era incorrecta puede producir frustración. Persistir durante una actividad desafiante requiere tolerar momentos de incertidumbre. Por tanto, el objetivo educativo no consiste en eliminar toda emoción negativa. Consiste en construir condiciones que permitan al estudiante regularla, comprenderla y continuar aprendiendo sin quedar dominado por ella. La motivación constituye otra dimensión fundamental. Los estudiantes no participan con la misma disposición en todas las actividades. Algunas tareas despiertan interés inmediato; otras requieren esfuerzo porque su utilidad se comprenderá posteriormente. Por ello, motivar no significa convertir cada contenido en entretenimiento. La motivación implica procesos relacionados con: valor, expectativas, metas, autonomía, percepción de competencia y interés.

- persistencia. La curiosidad ocupa un lugar particularmente interesante dentro de este conjunto. Jirout et al. (2024) describen la curiosidad como una tendencia motivada hacia la búsqueda de información cuando existe una pregunta o una brecha de conocimiento. Desde esta perspectiva, la curiosidad puede orientar la atención hacia aquello que todavía no se comprende y favorecer conductas de exploración y búsqueda de información. Esta idea adquiere mayor valor cuando se traduce en decisiones observables dentro del aula. El docente puede definir con claridad el propósito, anticipar dificultades, proporcionar apoyos proporcionados y recoger evidencia del desempeño antes de modificar la estrategia. Así, la intervención se mantiene vinculada con el aprendizaje real del estudiante y evita convertir un principio general en una receta aplicable de manera automática a cualquier contexto.

Esto posee una consecuencia pedagógica importante: una buena pregunta puede generar una necesidad de aprender antes de presentar la respuesta. También resulta fundamental considerar el bienestar. Un estudiante que experimenta niveles persistentes de estrés, inseguridad, aislamiento o temor puede dedicar una cantidad considerable de recursos cognitivos a afrontar estas condiciones. La relación entre estrés y aprendizaje es compleja. El estrés no produce siempre el mismo efecto. Su influencia depende de factores como intensidad, duración, momento y características de la situación. Gambini López et al. (2024), en una revisión sistemática sobre estrés académico, destacan que niveles elevados y sostenidos pueden afectar diferentes dimensiones del funcionamiento del

estudiante, mientras que demandas moderadas pueden formar parte de experiencias normales de desafío.

Asimismo, las relaciones humanas dentro del aula tienen importancia. Emslander et al. (2025), en una revisión sistemática de segundo orden que sintetizó 26 metaanálisis y aproximadamente 2,64 millones de estudiantes, encontraron asociaciones significativas entre relaciones positivas docente-estudiante y variables como rendimiento, emociones académicas, motivación, pertenencia escolar, participación, funciones ejecutivas y bienestar. Esto permite comprender que el clima emocional de una clase no constituye simplemente un aspecto complementario. Forma parte del entorno en el que ocurre el aprendizaje. Este capítulo analizará, por tanto, una pregunta fundamental: ¿Cómo pueden las emociones, la motivación, la curiosidad y el bienestar convertirse en condiciones que favorezcan la participación, la persistencia y el aprendizaje sin reducir la enseñanza a la búsqueda permanente de entretenimiento o emociones positivas?

Objetivos del capítulo

Objetivo general

Analizar la relación entre emociones, motivación, curiosidad, estrés, bienestar y aprendizaje, identificando principios y estrategias educativas que favorezcan la participación, la persistencia, la regulación emocional y el compromiso académico del estudiante.

Objetivos específicos

- Comprender la influencia de las emociones académicas en los procesos de aprendizaje.
- Diferenciar emoción, estado de ánimo y motivación. Analizar la relación entre emociones positivas, emociones negativas y rendimiento académico.
- Comprender que las emociones negativas no son necesariamente incompatibles con el aprendizaje.
- Analizar los principales componentes de la motivación académica.
- Reconocer el papel del valor, las expectativas y la percepción de competencia.

- Comprender la curiosidad como mecanismo de búsqueda de información.
- Identificar estrategias docentes para estimular preguntas y exploración.
- Analizar la influencia del estrés y de la ansiedad sobre el desempeño.
- Comprender la importancia de las relaciones docente-estudiante.
- Examinar el papel del sentido de pertenencia y la seguridad psicológica.
- Reconocer la relación entre bienestar y participación escolar.
- Evitar neuromitos relacionados con emoción y aprendizaje.
- Traducir la evidencia científica en estrategias aplicables al aula.

Las emociones forman parte del aprendizaje: Las emociones pueden entenderse como respuestas complejas que incluyen componentes: fisiológicos, cognitivos, motivacionales, expresivos y conductuales. No aparecen únicamente después del aprendizaje. Pueden comenzar antes. Por ejemplo, al observar una prueba sobre el escritorio, un estudiante puede experimentar ansiedad antes de responder la primera pregunta. Otro puede sentir entusiasmo porque domina el contenido. Otro puede experimentar aburrimiento porque considera la tarea demasiado sencilla. El mismo estímulo académico puede producir experiencias emocionales diferentes. Esto demuestra que la emoción no depende únicamente de la situación. También depende de cómo la persona interpreta esa situación.

Emociones académicas

Las emociones académicas constituyen un término amplio para referirse a experiencias emocionales que aparecen en contextos de enseñanza y aprendizaje. Dentro de este conjunto, las emociones de logro forman una categoría más específica: se relacionan directamente con actividades de logro y con resultados de éxito o fracaso, e incluyen, por ejemplo, disfrute o aburrimiento durante una actividad y esperanza, orgullo, ansiedad, vergüenza o desesperanza ante sus resultados (Pekrun, 2006). En los contextos educativos pueden aparecer, entre otras, las siguientes emociones: disfrute, orgullo, esperanza, curiosidad, ansiedad, frustración, vergüenza y aburrimiento.

- desesperanza. La curiosidad requiere una precisión adicional. Cuando se orienta hacia el conocimiento, la búsqueda de información y la resolución de una brecha de comprensión, puede abordarse como una emoción epistémica (Pekrun et al., 2017). Esta clasificación depende del objeto al que se dirige la emoción: por ello, emociones como ansiedad, frustración o aburrimiento pueden describirse como emociones de logro o como emociones epistémicas según estén centradas en el desempeño y sus resultados o en el proceso de conocer y resolver una incongruencia. Esta distinción es coherente con la caracterización de la curiosidad como búsqueda motivada de información ante una brecha de conocimiento presentada por Jirout et al. (2024).

Xie et al. (2025) encontraron que las emociones positivas presentaron una asociación positiva con el rendimiento académico y una relación todavía mayor con la motivación. Las emociones negativas, en cambio, mostraron asociaciones negativas generales. No obstante, estos resultados representan tendencias generales. No significan que: toda emoción positiva mejora siempre el aprendizaje ni que: toda emoción negativa lo perjudica necesariamente. La relación es más compleja. En términos pedagógicos, la calidad de la interacción se expresa en conductas concretas: escuchar, explicar criterios, corregir sin descalificar, sostener expectativas claras y ofrecer oportunidades reales de mejora. Estas condiciones favorecen que el estudiante interprete la exigencia como parte del aprendizaje y pueda utilizar la retroalimentación para revisar procedimientos, persistir y pedir ayuda cuando sea necesario.

Tabla 3.1

Emociones académicas y posibles efectos:

Emoción	Posible influencia educativa
Curiosidad	Orienta búsqueda de información
Disfrute	Puede favorecer implicación
Orgullo	Puede reforzar percepción de competencia
Esperanza	Puede favorecer persistencia
Ansiedad	Puede movilizar preparación o interferir si es elevada
Frustración	Puede generar ajuste o abandono dependiendo de regulación
Aburrimiento	Puede disminuir participación

Emoción	Posible influencia educativa
Vergüenza	Puede favorecer evitación
Desesperanza	Puede reducir esfuerzo y persistencia

Nota. Los posibles efectos dependen de la intensidad, duración, contexto, regulación y características individuales. La tabla reúne emociones relevantes en contextos académicos, pero no implica que todas pertenezcan a una misma categoría teórica: la curiosidad se aborda principalmente como emoción epistémica cuando se orienta a la búsqueda de información y a la resolución de brechas de conocimiento. Elaborado a partir de Xie et al. (2025), Pekrun et al. (2017) y Jirout et al. (2024).

Las emociones positivas no garantizan aprendizaje: Una clase divertida puede producir una experiencia agradable. Pero esto no garantiza que el contenido central haya sido aprendido. Un estudiante puede disfrutar: una dinámica, un video, un juego, una actividad grupal y sin procesar profundamente el conocimiento asociado. Por ello, la pregunta no debe ser únicamente: ¿Se divirtieron? También: ¿Qué aprendieron durante esa experiencia? El disfrute puede favorecer participación, pero necesita encontrarse al servicio del objetivo educativo. Las emociones negativas tampoco son siempre enemigas: Existe una tendencia contemporánea a considerar cualquier incomodidad como un obstáculo.

Sin embargo, aprender implica en ocasiones experimentar: dificultad, incertidumbre, esfuerzo, corrección y frustración. La cuestión fundamental no consiste en eliminar estas experiencias. Consiste en evitar que alcancen niveles que bloqueen la participación o generen evitación persistente. Una pequeña cantidad de tensión antes de una actividad importante puede incrementar preparación. Una ansiedad intensa puede interferir con la concentración y la recuperación de información. Por tanto: desafío no equivale a amenaza. Desafío y amenaza: Podemos representar dos interpretaciones posibles ante una misma actividad. Situación: Presentación oral frente al grupo. Interpretación A: “Es difícil, pero puedo prepararme.” Puede generar:

- activación;
- preparación;
- esfuerzo.

Interpretación B: “Si me equivoco todos se burlarán y demostraré que no sirvo.” Puede generar:

- temor;
- evitación;
- bloqueo.

La actividad es similar. La interpretación y el clima social son distintos. Emoción, atención y memoria: Las emociones pueden influir sobre aquello a lo que prestamos atención. Los acontecimientos emocionalmente relevantes tienden a recibir prioridad. Esto puede beneficiar el aprendizaje cuando la emoción dirige la atención hacia el contenido relevante. Pero también puede perjudicarlo cuando dirige la atención hacia otra preocupación. Esta idea adquiere mayor valor cuando se traduce en decisiones observables dentro del aula. El docente puede definir con claridad el propósito, anticipar dificultades, proporcionar apoyos proporcionados y recoger evidencia del desempeño antes de modificar la estrategia. Así, la intervención se mantiene vinculada con el aprendizaje real del estudiante y evita convertir un principio general en una receta aplicable de manera automática a cualquier contexto.

Por ejemplo: Durante una evaluación, un estudiante puede pensar: “Voy a reprobar.” Parte de sus recursos cognitivos se orientan hacia esa preocupación. La memoria de trabajo disponible para resolver los ejercicios puede reducirse. Por ello, el estrés y la ansiedad pueden interferir indirectamente con el desempeño. Estrés y aprendizaje: una relación compleja: El estrés constituye una respuesta del organismo ante demandas percibidas. No todo estrés posee el mismo significado. Una tarea desafiante puede generar activación sin convertirse necesariamente en una experiencia perjudicial. El problema aparece especialmente cuando el estrés es: intenso, prolongado, impredecible y difícil de controlar.

- asociado a amenaza. Gambini López et al. (2024), en una revisión sistemática sobre estrés académico, identifican entre sus fuentes la carga de trabajo, la presión por el rendimiento, las dificultades de adaptación, las expectativas y diversos factores personales y contextuales. Sus consecuencias pueden extenderse al bienestar, la motivación y el desempeño.

Gellisch et al. (2024), en una revisión sistemática de marcadores fisiológicos de estrés en contextos educativos, encontraron que indicadores como frecuencia cardíaca y variabilidad cardíaca pueden ser sensibles a demandas educativas, aunque advirtieron que estos marcadores no deben interpretarse como indicadores directos de aprendizaje. Esto resulta importante. sentir activación fisiológica no significa necesariamente que el estudiante esté aprendiendo más o menos. Esta idea adquiere mayor valor cuando se traduce en decisiones observables dentro del aula. El docente puede definir con claridad el propósito, anticipar dificultades, proporcionar apoyos proporcionados y recoger evidencia del desempeño antes de modificar la estrategia. Así, la intervención se mantiene vinculada con el aprendizaje real del estudiante y evita convertir un principio general en una receta aplicable de manera automática a cualquier contexto.

Tabla 3.2

Diferenciar desafío y sobrecarga emocional:

Desafío educativo	Sobrecarga emocional
Exige esfuerzo	Produce sensación de incapacidad persistente
Existe posibilidad de progreso	El estudiante percibe que no existe salida
Los errores pueden corregirse	Los errores generan humillación
Existe apoyo	Existe aislamiento
La tarea tiene claridad	Predomina incertidumbre
Se percibe control parcial	Se percibe falta total de control
Puede favorecer persistencia	Puede favorecer evitación

Motivación: por qué comenzamos y por qué continuamos: La motivación no constituye simplemente entusiasmo. Un estudiante puede estar tranquilo y altamente motivado. Otro puede parecer entusiasmado durante unos minutos y abandonar rápidamente cuando aparece la dificultad. La motivación se relaciona con procesos que influyen en: iniciar una actividad, mantener el esfuerzo, seleccionar estrategias, persistir y regresar después del error. Una pregunta esencial es: ¿Por qué debería el estudiante invertir esfuerzo en esta tarea? El valor de la tarea: Las personas suelen implicarse más cuando perciben que una actividad posee algún valor. El valor puede ser: Intrínseco: “Me interesa.” Utilitario: “Esto me servirá.” Personal: “Esto es importante para quién quiero ser.” Académico: “Necesito comprenderlo para avanzar.” El docente no puede conseguir que todos los

estudiantes encuentren inmediatamente fascinante cada contenido. Pero puede ayudar a responder: ¿Para qué sirve aprender esto?

Motivación no significa entretenimiento permanente: Intentar convertir toda clase en entretenimiento presenta varios problemas. En primer lugar, algunas habilidades requieren práctica repetida. En segundo lugar, determinados contenidos demandan esfuerzo sostenido. En tercero, el estudiante necesita desarrollar capacidad para trabajar incluso cuando el interés inmediato es reducido. La educación debería fomentar: interés + propósito + disciplina + autonomía. No únicamente diversión. Percepción de competencia: La disposición a intentar una actividad depende también de la percepción: “¿Creo que puedo conseguirlo?” Si la tarea parece completamente imposible, la motivación puede disminuir. Si parece demasiado sencilla, también puede perder interés. Por ello, un desafío adecuado se sitúa entre: aburrimiento y desesperanza. El estudiante necesita experimentar progreso. El poder de pequeños avances: Una actividad compleja puede dividirse. Por ejemplo: En lugar de: “Escriba un ensayo argumentativo completo”. el proceso puede organizarse en:

1. Definir una postura.
2. Encontrar argumentos.
3. Seleccionar evidencias.
4. Construir un párrafo.
5. Revisar.
6. Integrar.

La tarea final continúa siendo exigente. Pero el estudiante puede observar progreso.

Retroalimentación y motivación

La retroalimentación puede afectar cómo el estudiante interpreta su capacidad. Comparemos: Mensaje 1: “Eres malo para matemáticas.” El mensaje atribuye el problema a una característica estable. Mensaje 2: “En este procedimiento todavía estás confundiendo los pasos 2 y 3. Vamos a trabajar esa diferencia.” El mensaje identifica una dificultad específica. La segunda formulación

ofrece un camino. La retroalimentación no debería únicamente evaluar el pasado. Debería orientar la siguiente acción. Curiosidad: querer saber: La curiosidad representa una forma particular de motivación hacia la información. Jirout et al. (2024) describen la curiosidad como una conducta de búsqueda de información internamente motivada que aparece ante una pregunta o una brecha de conocimiento. Esta definición resulta especialmente útil para la educación. La curiosidad surge frecuentemente cuando una persona sabe lo suficiente para reconocer que algo le falta.

Por ejemplo: Un estudiante que no sabe absolutamente nada sobre agujeros negros podría no formular ninguna pregunta. Después de conocer algunas características, puede comenzar a preguntar: ¿Qué ocurre con la luz? ¿Qué hay dentro? ¿Puede desaparecer un agujero negro? El conocimiento previo alimenta nuevas preguntas. Curiosidad no significa solamente novedad: Algo nuevo puede captar atención. Pero curiosidad implica algo más. Existe una necesidad de información. Por ello, el docente puede crear brechas cognitivas. Ejemplo: Antes de explicar presión atmosférica: ¿Por qué podemos beber utilizando una pajilla si nunca “jalamos” directamente el líquido desde abajo? Antes de explicar evolución: ¿Por qué animales de regiones diferentes pueden desarrollar características parecidas? Antes de explicar inflación: ¿Cómo puede el mismo billete comprar menos cosas sin haber cambiado físicamente? La pregunta crea necesidad.

Tabla 3.3

Estrategias para despertar curiosidad:

Estrategia	Ejemplo
Pregunta contradictoria	¿Cómo puede un objeto pesado flotar?
Caso misterioso	¿Por qué ocurrió este fenómeno?
Predicción	¿Qué creen que sucederá?
Información incompleta	Mostrar una parte y pedir inferencias
Comparación sorprendente	Dos casos similares con resultados diferentes
Problema cotidiano	¿Por qué ocurre esto en casa?
Conflicto cognitivo	Presentar un resultado contrario a la intuición

Nota. Elaborado a partir de Jirout et al. (2024).

La curiosidad necesita conocimiento: Existe un error frecuente: “Si despertamos curiosidad, el estudiante aprenderá solo.” La curiosidad inicia búsqueda. Pero todavía necesita: información,

explicación, orientación, práctica y fuentes confiables. La pregunta abre una puerta. La enseñanza ayuda a atravesarla. Curiosidad y autonomía: Permitir determinadas elecciones puede favorecer implicación. Por ejemplo, un proyecto puede mantener: un objetivo común pero permitir elegir: ejemplo, formato, problema y tema específico. La autonomía no significa ausencia de estructura. El estudiante todavía necesita límites y objetivos claros. Podemos expresarlo así: Autonomía $\neq$ hacer cualquier cosa. Autonomía = disponer de decisiones significativas dentro de un marco educativo. Interés situacional e interés sostenido: Un contenido puede captar atención momentáneamente. Eso constituye interés situacional.

Pero el objetivo educativo más profundo puede ser desarrollar interés más estable. Por ejemplo: Una demostración científica sorprendente puede captar atención. Posteriormente, si el estudiante comprende conceptos, formula preguntas y consigue resolver problemas, ese interés puede ampliarse. Por ello: captar atención es el comienzo, no el final. El papel de las preguntas: Las preguntas docentes cumplen distintas funciones. Pueden: diagnosticar, despertar curiosidad, recuperar conocimientos, provocar explicación y promover reflexión. Una pregunta de curiosidad suele tener una característica: la respuesta no resulta inmediatamente evidente. Por ejemplo: En vez de: “¿Cuál es la definición de densidad?” podemos comenzar: “¿Por qué una enorme embarcación puede flotar mientras una pequeña moneda se hunde?” Después será necesario aprender densidad, empuje y otras variables.

Curiosidad sin manipulación: La curiosidad también puede utilizarse de forma superficial mediante títulos o estímulos diseñados únicamente para captar atención. Esto ocurre frecuentemente en entornos digitales. El objetivo educativo debería evitar un modelo similar al «cebo de clics». La pregunta debe conducir hacia contenido relevante. No simplemente generar sorpresa. Bienestar y aprendizaje: El bienestar educativo no significa ausencia permanente de problemas. Puede comprender dimensiones como: seguridad, pertenencia, relaciones positivas, posibilidad de participación, percepción de apoyo y capacidad de afrontar demandas. Un estudiante puede encontrarse académicamente presente y emocionalmente desconectado. Esto puede afectar su disposición para participar. La relación docente-estudiante: Las relaciones con el docente poseen

relevancia especial porque el profesor desempeña simultáneamente funciones:

- académicas;
- evaluativas;
- sociales;
- de orientación. Emslander et al. (2025), en una revisión sistemática de segundo orden de 26 metaanálisis, encontraron relaciones significativas entre la calidad de las relaciones docente-estudiante y ocho grupos de resultados, entre ellos rendimiento, motivación, emociones académicas, pertenencia, participación y bienestar.

Esto no significa que el docente deba convertirse en amigo del estudiante. Una relación educativa positiva puede combinar: cercanía + respeto + expectativas + límites.

Tabla 3.4

Características de una relación educativa positiva:

Característica	Manifestación
Respeto	Evitar humillación
Claridad	Comunicar expectativas
Consistencia	Aplicar normas previsibles
Disponibilidad	Escuchar preguntas
Retroalimentación	Orientar mejora
Expectativas	Comunicar confianza en el progreso
Equidad	Evitar favoritismos
Límites	Mantener responsabilidades

Pertenencia: sentir que tengo un lugar: El aprendizaje ocurre dentro de comunidades. Un estudiante que percibe: “No pertenezco aquí” puede participar de manera diferente a otro que considera: “Este espacio también es para mí”. La pertenencia se construye mediante experiencias cotidianas: ser llamado por su nombre, ser escuchado, poder participar, recibir trato justo y tener compañeros. Su aplicación resulta más sólida cuando las oportunidades de recordar se distribuyen de forma planificada y reciben retroalimentación suficiente para corregir errores. No se trata de repetir pruebas de manera mecánica, sino de volver al conocimiento en momentos distintos, exigir reconstrucción

activa y comprobar si puede utilizarse con menor apoyo y en situaciones progresivamente variadas.

- sentirse seguro. La relación docente-estudiante también se asocia con pertenencia y participación, según la síntesis meta-analítica de Emslander et al. (2025).

Seguridad psicológica en el aula

En el contexto educativo, la seguridad psicológica puede entenderse como la percepción compartida de que el aula constituye un entorno en el que es posible asumir riesgos interpersonales vinculados con el aprendizaje —por ejemplo, hacer preguntas, reconocer que no se comprende, expresar una idea, solicitar ayuda o admitir un error— sin temor a ser humillado, ridiculizado o castigado socialmente (Edmondson, 1999). Este concepto no equivale al bienestar general, a la seguridad física ni a la ausencia de conflicto o exigencia académica; se refiere específicamente a las consecuencias interpersonales percibidas al participar y exponerse durante el proceso de aprendizaje. Un aula orientada al aprendizaje necesita permitir preguntas y errores.

Si preguntar: “No entendí” produce burla, muchos estudiantes dejarán de preguntar. Si responder incorrectamente produce humillación, disminuirá la participación. Esto no significa aceptar cualquier respuesta como correcta. Significa corregir sin degradar. Podemos decir: “Esa respuesta no coincide con la evidencia. Veamos dónde aparece la dificultad.” La exigencia permanece. La dignidad también. Error y emoción: El error no es solamente un acontecimiento cognitivo. También produce emociones. Un estudiante puede interpretarlo como: Información: “Necesito cambiar la estrategia.” o como: Amenaza: “Soy incapaz.” La manera en que docentes y compañeros responden al error puede influir en esta interpretación. Ansiedad ante evaluaciones: Las evaluaciones constituyen una fuente frecuente de emociones académicas. Cierta activación puede favorecer preparación. Pero una ansiedad elevada puede interferir con:

- atención;
- recuperación;
- toma de decisiones.

Esto produce una situación paradójica: el estudiante puede poseer conocimientos y no conseguir utilizarlos eficientemente durante la evaluación. La solución no consiste en eliminar todas las evaluaciones. Puede incluir: claridad de criterios, familiaridad con formatos, práctica previa, oportunidades de recuperación y evaluación formativa. El estrés académico: El estrés académico puede surgir de: sobrecarga, plazos, evaluaciones, expectativas y competencia. Su aplicación resulta más sólida cuando las oportunidades de recordar se distribuyen de forma planificada y reciben retroalimentación suficiente para corregir errores. No se trata de repetir pruebas de manera mecánica, sino de volver al conocimiento en momentos distintos, exigir reconstrucción activa y comprobar si puede utilizarse con menor apoyo y en situaciones progresivamente variadas.

- dificultades personales. Gambini López et al. (2024) enfatizan la necesidad de comprender las fuentes del estrés académico y desarrollar estrategias de afrontamiento para mejorar la experiencia educativa.

En contextos universitarios, Gambini López et al. (2024) también destacan que el estrés académico puede influir en procesos de aprendizaje y que su manejo constituye una dimensión relevante para la experiencia formativa. Estrés saludable y estrés perjudicial: No todo desafío debe eliminarse. Podemos distinguir: Demanda manejable: “Es difícil, pero tengo recursos.” Demanda desbordante: “No tengo forma de afrontarlo.” El objetivo educativo consiste en construir desafíos acompañados de: preparación, claridad, tiempo razonable, recursos y retroalimentación. Bienestar no significa bajar expectativas: Un error frecuente consiste en considerar: bienestar = evitar dificultad. Pero el desarrollo también requiere enfrentar retos. Un estudiante puede sentirse satisfecho después de resolver algo que inicialmente resultó difícil. Por ello: bienestar y exigencia pueden coexistir. La combinación deseable podría expresarse como: altas expectativas + apoyo + respeto + oportunidades de progreso.

El docente también transmite emociones: El comportamiento del profesor puede influir en el clima emocional. Frenzel et al. (2024) encontraron relaciones recíprocas entre motivación docente, conductas de enseñanza y disfrute estudiantil. La motivación del profesor predijo determinadas percepciones de apoyo y entusiasmo, mientras que la experiencia del alumnado también se relacionó

con aspectos de la práctica docente. Esto demuestra que la dinámica emocional del aula no es unidireccional. Docentes y estudiantes se influyen mutuamente. Entusiasmo docente: útil, pero no suficiente: Un docente entusiasta puede captar atención. Pero entusiasmo sin claridad pedagógica no garantiza aprendizaje. El profesor también necesita: conocimiento del contenido, organización, explicación, evaluación y retroalimentación. La emoción puede acompañar la enseñanza. No reemplazarla. Motivación extrínseca e intrínseca: En educación suelen utilizarse recompensas externas:

- notas;
- premios;
- reconocimiento.

También existe motivación vinculada al interés personal. No resulta útil plantear una oposición absoluta. Los estudiantes pueden estudiar por múltiples razones simultáneamente. Por ejemplo: “Me gusta la materia y quiero una buena calificación.” Lo importante consiste en evitar que toda participación dependa exclusivamente de recompensas externas. Recompensas y sentido: Una recompensa puede conseguir que el estudiante realice una actividad. Pero la educación también necesita construir razones internas: utilidad, significado, progreso, interés y autonomía. Esto contribuye a que el estudiante continúe incluso cuando desaparece la recompensa inmediata. Motivación y metas: Las metas orientan comportamiento. Una meta amplia: “Mejorar matemáticas”. puede resultar difícil de operacionalizar. Una meta específica: “Esta semana aprenderé a resolver correctamente ecuaciones de primer grado con paréntesis”. permite observar progreso. Las metas educativas funcionan mejor cuando son: comprensibles, específicas, alcanzables con esfuerzo y verificables. Metas y retroalimentación: Una meta sin información sobre progreso puede perder poder motivacional.

Por ello: Secuencia: 1) META; 2) ACCIÓN; 3) RETROALIMENTACIÓN; 4) AJUSTE. forma un ciclo. El estudiante puede observar: “Todavía no llegué, pero estoy más cerca”. La palabra “todavía”: Existe una diferencia entre afirmar “No puedo hacerlo” y reconocer “Todavía no puedo hacerlo”. Pero la

palabra por sí sola no genera aprendizaje. Necesita acompañarse de: estrategia, enseñanza, práctica y retroalimentación. La motivación no debe convertirse en eslogan. Autorregulación emocional: Aprender también implica desarrollar capacidad para reconocer y manejar estados emocionales. Un estudiante puede aprender a identificar: “Estoy frustrado.” Después decidir: tomar una pausa breve, solicitar ayuda, dividir la tarea y cambiar estrategia. La regulación no significa eliminar la emoción. Significa responder de manera funcional. Docente y regulación: El profesor no necesita convertirse en terapeuta. Puede contribuir mediante prácticas educativas: anticipar actividades, explicar criterios, estructurar tareas, normalizar errores, enseñar estrategias y permitir preguntas.

- proporcionar tiempo razonable. Cuando existen necesidades emocionales significativas, corresponde trabajar con profesionales y servicios de apoyo.

Tecnología, emoción y motivación: Los entornos digitales pueden incorporar: gamificación, agentes pedagógicos, retroalimentación inmediata y recompensas. Pero sus efectos motivacionales no son automáticos. Gladstone et al. (2025), en un metaanálisis sobre agentes pedagógicos digitales, analizaron si estas herramientas mejoran la motivación estudiantil y mostraron que sus efectos dependen de las características del diseño y del contexto. Por ello, agregar: avatar, puntos, sonidos, insignias y no garantiza motivación significativa. Gamificación y aprendizaje: La gamificación puede aumentar participación en determinadas circunstancias. La intervención educativa puede centrarse en crear rutinas de uso deliberado: definir qué herramienta se necesita, durante cuánto tiempo y con qué propósito, además de establecer momentos sin interrupciones. Estas decisiones ayudan a que la tecnología funcione como apoyo de la tarea y no como una fuente permanente de cambios atencionales que fragmenten la comprensión.

Sin embargo, debemos preguntar: ¿El estudiante quiere dominar el contenido o solamente obtener puntos? Un buen diseño intenta alinear: recompensa + actividad cognitiva + objetivo de aprendizaje. Emociones en aprendizaje digital: Qi et al. (2025), mediante un metaanálisis de 21 estudios y 240 tamaños de efecto sobre aprendizaje en línea, encontraron que diferentes emociones de logro se relacionaban de manera distinta con el rendimiento. Estos resultados refuerzan la importancia de considerar la dimensión emocional también en los entornos virtuales. Esto resulta particularmente

relevante porque los estudiantes en línea pueden experimentar: aislamiento, frustración tecnológica, aburrimiento, autonomía, satisfacción y curiosidad. El diseño digital también produce experiencias emocionales.

Tabla 3.5

De la emoción a la acción pedagógica:

Situación observada	Pregunta docente
Aburrimiento	¿La tarea es demasiado sencilla o poco significativa?
Ansiedad	¿Existe claridad y suficiente preparación?
Frustración	¿Necesita una pista o dividir la tarea?
Desesperanza	¿Puede experimentar un progreso alcanzable?
Curiosidad	¿Cómo profundizamos la pregunta?
Entusiasmo	¿Cómo lo conectamos con procesamiento profundo?
Vergüenza	¿El ambiente permite equivocarse con respeto?
Desinterés	¿Comprende la utilidad o propósito?

Una clase emocionalmente favorable no es una clase sin normas: Seguridad psicológica no significa ausencia de límites. Los estudiantes también necesitan:

- estructura;
- predictibilidad;
- responsabilidad.

Un ambiente caótico puede aumentar estrés. Por ello: calidez + estructura puede ser una combinación más útil que cualquiera de los extremos. Diez prácticas para favorecer motivación y bienestar: 1. Explicar el propósito ¿Para qué vamos a aprender esto? 2. Activar curiosidad Comenzar con una pregunta relevante. 3. Ajustar el desafío Evitar tareas imposibles o excesivamente simples. 4. Dividir metas complejas Permitir observar progreso. 5. Ofrecer elecciones significativas Sin eliminar estructura. 6. Permitir errores Sin humillación. 7. Proporcionar retroalimentación específica Indicar cómo avanzar. 8. Construir relaciones respetuosas La relación docente-estudiante importa. 9. Evitar amenazas innecesarias El aprendizaje ya contiene suficiente desafío. 10. Enseñar estrategias de autorregulación Ayudar al estudiante a reconocer qué hacer cuando aparece frustración.

Tabla 3.6

Preguntas para planificar una experiencia motivadora:

Pregunta	Propósito
¿Por qué debería importarles este contenido?	Construir valor
¿Qué pregunta puede despertar curiosidad?	Iniciar búsqueda
¿La tarea es alcanzablemente difícil?	Ajustar desafío
¿Cómo observarán progreso?	Favorecer competencia
¿Qué decisiones pueden tomar?	Promover autonomía
¿Cómo responderé al error?	Proteger participación
¿Existe riesgo de humillación?	Favorecer seguridad
¿Cómo recibirán retroalimentación?	Orientar mejora
¿Cómo se relacionarán entre ellos?	Favorecer pertenencia
¿Qué emoción quiero que apoye el contenido?	Alinear diseño

Aplicación práctica: Historia: El tema propuesto es la conquista de América. En lugar de comenzar únicamente con fechas, el docente pregunta: ¿Qué ocurre cuando dos sociedades que desconocen casi todo una de otra entra repentinamente en contacto? Los estudiantes hacen predicciones. Después, reciben información sobre intereses, tecnologías, alianzas, enfermedades y estructuras políticas, y finalmente contrastan esa información con sus hipótesis iniciales. La secuencia moviliza curiosidad, activación de conocimientos previos, manejo de la incertidumbre, explicación y revisión de las ideas iniciales. Aplicación práctica: Matemáticas: El tema propuesto es porcentajes. Pregunta: Una tienda anuncia un descuento del 50 % y luego otro 50 %. ¿El producto queda gratis? La respuesta intuitiva puede ser incorrecta. La situación busca generar curiosidad y conflicto cognitivo, creando una necesidad auténtica de cálculo antes de introducir el procedimiento formal. Después el docente enseña el procedimiento.

Aplicación práctica: Ciencias: Pregunta inicial: ¿Por qué sentimos más frío cuando salimos mojados de una piscina, aunque la temperatura del aire no haya cambiado? Los estudiantes formulan hipótesis. El docente introduce evaporación y transferencia de energía. La curiosidad se conecta directamente con el contenido. Aplicación práctica: Lengua: En lugar de: “Hoy aprenderemos textos argumentativos”. presentar: ¿Deberían prohibirse completamente los teléfonos móviles dentro de las escuelas? Los estudiantes toman postura. Después necesitan aprender: tesis, argumento, evidencia y

contraargumento. El contenido adquiere función. Neuromitos sobre emoción y aprendizaje: Mito 1. Sin emoción no existe aprendizaje: Las emociones forman parte del aprendizaje, pero no es necesario producir emociones intensas en cada actividad. Se puede aprender mediante prácticas tranquilas y deliberadas. Mito 2. Los estudiantes aprenden únicamente cuando están felices: Incorrecto. Pueden aprender experimentando esfuerzo, incertidumbre o frustración moderada.

Mito 3. Una clase divertida es automáticamente una buena clase: El disfrute puede ayudar, pero debe existir evidencia de aprendizaje. Mito 4. El estrés siempre es negativo: La relación depende de intensidad, duración y contexto. Demandas manejables forman parte del aprendizaje. Mito 5. Motivar significa dar premios: La motivación incluye valor, expectativas, interés, autonomía y percepción de competencia. Mito 6. La curiosidad aparece sola: Puede estimularse mediante preguntas, conocimientos previos y entornos que permitan explorar. Mito 7. El docente debe solucionar todas las emociones del estudiante: El profesor puede crear un ambiente educativo favorable, pero no sustituye el trabajo especializado cuando existen necesidades de salud mental. Bienestar sin romantización: Existe también un riesgo de utilizar el concepto de bienestar de forma superficial. Un aula no se vuelve saludable únicamente porque tenga:

- mensajes positivos;
- música relajante;
- frases motivacionales.

El bienestar depende también de: trato justo, seguridad, claridad, relaciones, apoyo, participación y oportunidades reales de aprendizaje. Un mensaje como: “Tú puedes” es insuficiente si el estudiante no dispone de recursos para avanzar. Bienestar y rendimiento no son enemigos: Puede existir una falsa oposición: o exigimos o cuidamos el bienestar. No necesariamente. Una educación de calidad puede establecer objetivos exigentes y, al mismo tiempo: proporcionar apoyo, ofrecer claridad, respetar y permitir errores. Esta idea adquiere mayor valor cuando se traduce en decisiones observables dentro del aula. El docente puede definir con claridad el propósito, anticipar dificultades, proporcionar apoyos proporcionados y recoger evidencia del desempeño antes de modificar la estrategia. Así,

la intervención se mantiene vinculada con el aprendizaje real del estudiante y evita convertir un principio general en una receta aplicable de manera automática a cualquier contexto.

- enseñar estrategias. La exigencia se vuelve problemática cuando se combina con amenaza, humillación o demandas imposibles.

El aula como contexto emocional: Cada aula desarrolla una cultura emocional. Los estudiantes aprenden: si pueden preguntar, si pueden equivocarse, si pueden pedir ayuda, si serán ridiculizados, si el profesor escucha y si las reglas son consistentes. Estas señales influyen en la manera en que participan. Por ello, el clima emocional no se construye únicamente con grandes actividades. Se construye diariamente. De “no quiere aprender” a mejores preguntas: Cuando observamos desmotivación, puede ser útil evitar conclusiones inmediatas. En lugar de: “No le interesa nada.” preguntar: ¿Comprende la tarea? ¿La percibe posible? ¿Reconoce su utilidad? ¿Ha experimentado repetidamente fracaso? ¿Existe alguna barrera social o emocional? La conducta observable puede tener múltiples explicaciones.

Tabla 3.7

Interpretación motivacional de situaciones frecuentes:

Conducta	Interpretación apresurada	Pregunta pedagógica
No empieza	Es vago	¿Sabe cómo comenzar?
Abandona rápido	No se esfuerza	¿La tarea parece imposible?
No participa	No le importa	¿Teme equivocarse?
Evita leer	No quiere	¿La actividad genera dificultad excesiva?
No pregunta	Comprendió	¿Se siente seguro preguntando?
Busca ayuda constante	Es dependiente	¿Necesita desarrollar estrategia gradual?

Motivación y responsabilidad: Comprender la motivación no significa eliminar responsabilidad personal. El estudiante también necesita progresivamente: cumplir compromisos, organizarse, persistir, solicitar ayuda y desarrollar estrategias. La educación puede acompañar este proceso. El objetivo final es aumentar autonomía. Hacia una cultura emocionalmente inteligente: Una cultura educativa favorable puede comunicar: Aquí puedes equivocarte, pero debes corregir. Aquí

puedes pedir ayuda, pero también debes intentar. Aquí existen altas expectativas, pero recibirás orientación. Aquí tus emociones importan, pero no determinan todo lo que puedes hacer. Este equilibrio evita dos extremos: Exigencia sin apoyo: Puede generar temor y abandono. Apoyo sin exigencia: Puede limitar desarrollo. La combinación deseable es: exigencia + apoyo + pertenencia + autonomía. Tendencias actuales de investigación: La literatura reciente muestra un creciente interés en: emociones académicas, curiosidad, relaciones docente-estudiante, estrés académico, bienestar, motivación digital y autorregulación emocional.

- aprendizaje en línea. Xie et al. (2025) proporcionan una síntesis cuantitativa especialmente importante sobre emociones, motivación y rendimiento.

Jirout et al. (2024) muestran cómo la curiosidad puede entenderse como una conducta de búsqueda de información susceptible de ser apoyada por ambientes familiares y escolares. La revisión de segundo orden de Emslander et al. (2025) proporciona además evidencia de gran escala acerca de la asociación entre las relaciones docente-estudiante y diferentes dimensiones del desarrollo educativo. Estas líneas convergen en una idea: el aprendizaje no depende solamente de aquello que enseñamos, sino también de cómo el estudiante vive la experiencia de aprender. Recomendaciones para docentes: Las siguientes acciones pueden incorporarse sin necesidad de programas complejos.

Formular preguntas antes de proporcionar respuestas.

1. Explicar la utilidad del contenido.
2. Diseñar desafíos alcanzables.
3. Permitir oportunidades de éxito progresivo.
4. Corregir sin humillar.
5. Utilizar el error como información.
6. Comunicar expectativas claras.
7. Ofrecer retroalimentación orientada a la acción.
8. Dar pequeñas oportunidades de elección.

9. Construir relaciones respetuosas.
10. Identificar señales persistentes de estrés.
11. Derivar cuando las necesidades superan el ámbito pedagógico.
12. Evitar convertir entretenimiento en objetivo.
13. Enseñar estrategias para afrontar frustración.
14. Mantener altas expectativas acompañadas de apoyo.

Profundización: emoción, regulación y compromiso con el aprendizaje

Emociones académicas y emociones epistémicas

Hablar de emoción en educación exige distinguir constructos que suelen mezclarse. Las emociones de logro se relacionan con actividades y resultados académicos, como disfrute, orgullo, ansiedad o aburrimiento, mientras que emociones epistémicas como curiosidad, sorpresa o confusión aparecen ante información nueva, contradictoria o incompleta. Esta diferenciación mejora la precisión del análisis porque no todas las emociones cumplen la misma función ni requieren la misma respuesta pedagógica. Xie et al. (2025) sintetizaron evidencia sobre emociones académicas y resultados de aprendizaje, y Qi et al. (2025) analizaron su relación con el rendimiento en contextos en línea. En el aula, la meta no es producir emociones positivas de forma permanente, sino crear condiciones para que interés, desafío y regulación emocional acompañen actividades intelectualmente relevantes.

Regulación emocional y rendimiento

La regulación emocional puede influir en la capacidad del estudiante para sostener una tarea, recuperarse de un error y reorganizar su conducta ante una dificultad. Sin embargo, no debe presentarse como una variable aislada que determine automáticamente el rendimiento. Un estudio reciente publicado en NeuroData examinó neuroeducación, regulación emocional y desempeño académico en estudiantes de educación básica y encontró asociaciones favorables entre estas dimensiones, aunque su diseño transversal exige interpretar las relaciones con prudencia (López Carrasco et al., 2026). Para la práctica educativa, el aporte principal consiste en reconocer que

enseñar estrategias de regulación puede complementar, pero no sustituir, una enseñanza clara del contenido. Nombrar emociones, anticipar situaciones difíciles, modelar formas de afrontamiento y ofrecer oportunidades de corrección puede ayudar a que la emoción no monopolice recursos necesarios para aprender.

Curiosidad como apertura a una pregunta

La curiosidad resulta especialmente útil cuando orienta la atención hacia una brecha de conocimiento que el estudiante percibe como relevante y abordable. Jirout et al. (2024) muestran que la curiosidad varía con la edad, el contexto y las características de la situación, por lo que no debería tratarse como un rasgo fijo ni como sinónimo de entretenimiento. Una pregunta intrigante, un resultado inesperado o una contradicción pueden crear una necesidad de explicación, pero la curiosidad necesita desembocar en procesamiento disciplinar. El docente puede utilizarla para iniciar una secuencia y después guiar observación, lectura, comparación, argumentación o resolución de problemas. El criterio de éxito no es que la actividad sorprenda, sino que la sorpresa conduzca a una comprensión más precisa y a preguntas progresivamente mejores.

Relaciones, seguridad psicológica y exigencia

La calidad de la relación docente-estudiante puede influir en participación, confianza para preguntar y disposición a persistir ante el error. Emslander et al. (2025), mediante una revisión meta-analítica de segundo orden, sintetizaron evidencia sobre relaciones docente-estudiante y diversos resultados del alumnado. Este vínculo no implica que un clima positivo deba eliminar la exigencia académica. Una relación pedagógica sólida puede precisamente sostener desafíos elevados cuando el estudiante percibe que el error será tratado como información y no como humillación. La seguridad psicológica, concepto que requiere una utilización cuidadosa fuera de su contexto organizacional original, puede traducirse en normas de interacción que permitan expresar dudas, reconocer desconocimiento y revisar respuestas. El objetivo es combinar pertenencia, respeto y estándares claros, evitando confundir bienestar con ausencia de esfuerzo cognitivo.

Estrés académico y límites de la intervención docente

El estrés forma parte de muchas experiencias educativas y no toda activación resulta perjudicial. Una fecha de entrega, una exposición oral o un problema complejo pueden aumentar activación y movilizar recursos. El problema aparece cuando las demandas son persistentes, desproporcionadas o se combinan con escaso control y apoyo. Gellisch et al. (2024) revisaron marcadores neurobiológicos de estrés en investigación educativa de ciencias de la salud, mientras que Gambini López et al. (2024) examinaron estrés académico y aprendizaje universitario. Estos trabajos refuerzan la necesidad de interpretar el estrés con múltiples indicadores y sin diagnósticos improvisados. El docente puede ajustar claridad, secuenciación y apoyo pedagógico; cuando aparecen señales intensas o persistentes que exceden su competencia profesional, corresponde activar los canales institucionales y especializados disponibles.

Motivación, tecnología y participación significativa

La tecnología puede incrementar interés inicial, pero la motivación sostenida depende de que el estudiante perciba valor, progreso y posibilidades reales de actuación. Gladstone et al. (2025) analizaron mediante metaanálisis el efecto de agentes pedagógicos sobre la motivación y mostraron que los resultados dependen de características del diseño y del contexto. En neurotecnologías educativas ocurre una cautela similar: Peñafiel Villavicencio et al. (2025) describen oportunidades relacionadas con atención, motivación y colaboración, pero también la necesidad de formación docente y consideraciones éticas. Por ello, no conviene presentar la estimulación tecnológica como equivalente a compromiso cognitivo. Una actividad puede ser atractiva y producir poco aprendizaje; otra puede ser exigente y generar una participación profunda. La motivación educativa debe evaluarse junto con comprensión, persistencia, autonomía y transferencia.

Motivación sostenible y experiencia de progreso

La motivación educativa suele abordarse mediante incentivos, mensajes o actividades llamativas, pero una parte importante de su estabilidad depende de la experiencia de competencia. Cuando el estudiante comprende qué se espera, dispone de estrategias para actuar y puede observar progreso, aumenta la probabilidad de persistir. Pekrun (2006) permite relacionar esta experiencia

con percepciones de control y valor; Xie et al. (2025) muestran que las emociones académicas mantienen relaciones sistemáticas con los resultados. La implicación pedagógica es que motivar no consiste únicamente en despertar entusiasmo al inicio, sino en construir condiciones para que el esfuerzo tenga una dirección comprensible.

El desafío debe administrarse con precisión. Una tarea excesivamente sencilla puede generar poca implicación; una tarea que supera ampliamente los recursos disponibles puede producir ansiedad o abandono. El docente necesita identificar qué parte de la dificultad es conceptualmente necesaria y qué parte puede apoyarse. Esto implica proporcionar ejemplos, activar conocimientos previos, segmentar procedimientos o permitir práctica guiada sin reducir la meta final. La retirada progresiva de estos apoyos convierte el progreso en una evidencia visible para el estudiante. La percepción de “ahora puedo hacer algo que antes no podía” posee un valor motivacional que no depende de premios externos.

La curiosidad puede integrarse a esta dinámica mediante preguntas que creen una brecha de conocimiento manejable. Jirout et al. (2024) destacan que la curiosidad varía según contexto y desarrollo. En consecuencia, no basta con presentar un dato sorprendente. La pregunta debe conectar con lo que el estudiante ya sabe y abrir una ruta de investigación que pueda cerrarse mediante el contenido. Una buena secuencia puede comenzar con una predicción, continuar con evidencia que contradiga parcialmente la intuición y terminar con una explicación que reorganice el conocimiento. El interés surge entonces de la necesidad de comprender, no solo de la novedad superficial.

La retroalimentación completa el ciclo cuando comunica progreso y próximo paso. Un comentario centrado exclusivamente en la persona —“eres brillante”, “no te esfuerzas”— ofrece poca información para regular la acción. Una devolución centrada en el proceso identifica qué funcionó, qué debe cambiar y qué nueva oportunidad permitirá comprobarlo. Brandmo y Gamlem (2025) muestran la relevancia de cómo los estudiantes perciben la retroalimentación. Por ello, el tono y la oportunidad importan junto con el contenido. Una cultura motivacional sostenible combina exigencia, apoyo, información y posibilidad real de revisión. No busca eliminar emociones negativas, sino evitar que

se conviertan en una interpretación estable de incapacidad.

Emociones académicas como información y no como etiquetas

Las emociones académicas influyen en la manera en que el estudiante interpreta la tarea, distribuye su atención y decide persistir. Xie et al. (2025) muestran, mediante metaanálisis, asociaciones sistemáticas entre emociones académicas y resultados de aprendizaje. Pekrun (2006) ofrece un marco útil para comprender estas relaciones a partir del valor atribuido a la actividad y de la percepción de control. Desde esta perspectiva, ansiedad, aburrimiento, orgullo o disfrute no deberían utilizarse como etiquetas personales, sino como información sobre la relación entre estudiante, tarea y contexto. Una actividad puede producir ansiedad cuando la demanda se percibe alta y el control bajo; puede producir aburrimiento cuando el desafío es insuficiente o el sentido de la tarea no resulta visible. La intervención educativa, por tanto, no consiste en exigir una emoción positiva permanente. Consiste en ajustar condiciones: clarificar metas, graduar dificultad, ofrecer apoyos, permitir progreso observable y crear oportunidades para que el estudiante interprete el error como información. La emoción forma parte del aprendizaje, pero no sustituye el conocimiento ni la práctica necesaria para construirlo.

Curiosidad, incertidumbre y profundidad de la pregunta

La curiosidad puede entenderse como una disposición a buscar información cuando existe una brecha entre lo que se sabe y lo que se desea comprender. Jirout et al. (2024) muestran que su expresión cambia según edad y contexto, lo que desaconseja tratarla como un rasgo fijo. Pedagógicamente, la curiosidad puede estimularse mediante preguntas cuya respuesta no sea obvia pero resulte alcanzable con los recursos disponibles. Un problema demasiado sencillo produce poca exploración; uno completamente inaccesible puede generar abandono. El diseño necesita una incertidumbre productiva. La pregunta inicial debe conectar con conocimientos previos, crear una necesidad de explicación y conducir hacia el contenido disciplinar. Esto diferencia curiosidad de entretenimiento. Una demostración sorprendente puede captar atención durante segundos sin producir comprensión; en cambio, una discrepancia bien planteada puede organizar una secuencia completa de predicción,

explicación, contraste y revisión. La curiosidad educativa adquiere valor cuando desemboca en una actividad cognitiva que modifica el conocimiento, no cuando se limita a mantener al estudiante ocupado.

Bienestar, pertenencia y exigencia académica

El bienestar educativo no debe confundirse con ausencia de dificultad. Aprender implica esfuerzo, corrección y momentos de incertidumbre. El problema aparece cuando la exigencia se combina con amenaza, humillación o sensación persistente de incapacidad. La relación pedagógica puede sostener desafíos altos si el estudiante percibe criterios claros, oportunidades de mejora y trato respetuoso. Brandmo y Gamlem (2025) muestran que la percepción de la retroalimentación se relaciona con resultados cognitivos, conductuales y emocionales. López Carrasco et al. (2026) vinculan regulación emocional y rendimiento en estudiantes de educación básica. Estas evidencias sugieren que el clima de aula no constituye un adorno afectivo separado del aprendizaje, sino una condición que puede modificar participación y persistencia. Sin embargo, el bienestar tampoco reemplaza la instrucción explícita. Un ambiente seguro necesita combinarse con contenidos bien secuenciados, práctica suficiente y expectativas comprensibles. La meta es una cultura en la que equivocarse tenga consecuencias cognitivas —revisar, explicar, corregir— sin convertirse en una amenaza a la identidad del estudiante.

Agencia del estudiante y sentido de la tarea

La motivación se fortalece cuando el estudiante comprende la finalidad de una tarea y puede reconocer alguna relación entre sus acciones y el progreso obtenido. Esta percepción de agencia no implica que deba elegir siempre contenidos, actividades o criterios. Significa que necesita entender qué decisión puede tomar dentro del proceso: qué estrategia utilizar, cómo revisar, cuándo pedir ayuda o qué evidencia emplear para justificar una respuesta. Pekrun (2006) permite relacionar el control percibido y el valor con las emociones de logro. Cuando la tarea se percibe importante pero completamente incontrolable, puede aumentar la ansiedad; cuando existe control pero escaso valor, puede aparecer aburrimiento. El diseño educativo debe trabajar sobre ambas dimensiones.

Dar sentido tampoco exige convertir cada contenido en entretenimiento cotidiano. Algunas ideas adquieren valor porque permiten comprender problemas más amplios, participar en una disciplina o construir conocimientos necesarios para aprendizajes posteriores. El docente puede hacer visible esa estructura: explicar por qué se aprende un procedimiento, dónde se utilizará y qué nuevas posibilidades abre. La curiosidad, analizada por Jirout et al. (2024), puede ayudar a iniciar este proceso cuando una pregunta revela una brecha comprensible entre conocimiento actual y explicación deseada.

La experiencia de progreso necesita criterios claros. Si el estudiante solo recibe una calificación global, puede saber que el resultado es insuficiente sin comprender qué ha mejorado. Una rúbrica breve, ejemplos contrastados o retroalimentación específica permiten identificar cambios. Brandmo y Gamlem (2025) destacan la importancia de la percepción de la retroalimentación; por ello, conviene formularla de modo que conecte desempeño actual con acción futura. “Necesitas mejorar” informa poco. “Tu explicación identifica la causa, pero aún no relaciona el mecanismo con la consecuencia; añade esa conexión y vuelve a comparar los dos casos” orienta una decisión.

La agencia educativa se construye, finalmente, cuando el estudiante aprende a utilizar esa información sin depender siempre del docente. Puede anticipar criterios, revisar antes de entregar y explicar qué cambió entre dos versiones. Esta autonomía enlaza emoción, motivación y metacognición sin confundirlas. Sentirse capaz no sustituye a saber; pero disponer de estrategias, comprender el propósito y observar progreso puede aumentar la disposición a realizar el esfuerzo necesario para aprender.

Criterio de cierre del capítulo: emoción al servicio del aprendizaje

La dimensión emocional debe integrarse sin caer en la idea de que aprender exige sentirse bien en todo momento. El desafío, la incertidumbre y el esfuerzo forman parte de tareas intelectualmente valiosas. Lo decisivo es que el estudiante disponga de control suficiente, comprenda el propósito y tenga oportunidades reales de progresar. Xie et al. (2025), Pekrun (2006) y Jirout et al. (2024) permiten relacionar emoción, valor, control y curiosidad sin reducir el rendimiento a estados

afectivos. Una pedagogía responsable no persigue entusiasmo permanente: construye condiciones para que la dificultad pueda afrontarse, el error pueda corregirse y el progreso pueda reconocerse.

Conclusiones

Las emociones, la motivación, la curiosidad y el bienestar forman parte inseparable de la experiencia educativa. El estudiante no aprende como un procesador neutral de información. Interpreta cada actividad desde sus conocimientos, expectativas, intereses, experiencias anteriores y relaciones con quienes forman parte del entorno educativo. La evidencia reciente demuestra que las emociones académicas presentan relaciones significativas con el rendimiento y, especialmente, con la motivación. Xie et al. (2025), mediante un metaanálisis de 120 estudios, encontraron asociaciones positivas entre emociones académicas positivas y rendimiento, así como una relación particularmente importante con la motivación. Las emociones negativas mostraron asociaciones inversas generales, aunque los resultados variaron según las características del contexto. Sin embargo, esta evidencia no debe traducirse en la idea de que todo aprendizaje necesita ser divertido. Aprender puede implicar: esfuerzo, dificultad, incertidumbre y corrección.

- frustración. El objetivo no consiste en eliminar estas experiencias, sino en evitar que se transformen en amenazas persistentes que produzcan evitación, desesperanza o desconexión.

La motivación tampoco puede reducirse a premios o entretenimiento. Se construye mediante la interacción entre valor, expectativas, percepción de competencia, autonomía, metas y experiencias de progreso. La curiosidad constituye una puerta particularmente útil. Jirout et al. (2024) muestran que la curiosidad puede dirigir la búsqueda de información cuando existe una brecha de conocimiento. Esto permite comprender el valor educativo de preguntas, predicciones, conflictos cognitivos y problemas auténticos. Las relaciones también importan. Emslander et al. (2025) muestran asociaciones consistentes entre relaciones positivas docente-estudiante y múltiples resultados, incluyendo rendimiento, motivación, emociones académicas, pertenencia, participación y bienestar. Por ello, enseñar no consiste únicamente en organizar contenidos. También implica construir un contexto en el que resulte posible: preguntar, equivocarse, corregir, persistir y volver

a intentar. El bienestar educativo no exige eliminar todas las dificultades. Exige que las dificultades sean acompañadas por: claridad + apoyo + respeto + estrategias + oportunidades de progreso.

Del mismo modo, las emociones no deberían convertirse en una explicación absoluta de todo aprendizaje. Una clase emocionalmente positiva necesita continuar siendo pedagógicamente sólida. La curiosidad necesita conocimiento. La motivación necesita estrategias. El entusiasmo necesita práctica. Y el bienestar necesita límites y expectativas. Por tanto, el principal aporte de este capítulo puede resumirse de esta manera: Aprender mejor no requiere sentir emociones positivas permanentemente; requiere un entorno donde las emociones puedan orientar la curiosidad, sostener la motivación y ser reguladas de manera que el estudiante continúe participando incluso cuando aprender exige esfuerzo. Los dos primeros capítulos explicaron que el cerebro posee capacidad de cambio y que el aprendizaje necesita atención, memoria y recuperación. Este capítulo añade una tercera dimensión: el estudiante necesita razones y condiciones para involucrarse en ese proceso. El siguiente capítulo abordará cómo aprende progresivamente a organizar, supervisar y regular su propio comportamiento cognitivo.

Capítulo

04

Funciones ejecutivas, metacognición y
autorregulación

Introducción

Aprender no consiste solamente en comprender y recordar información. Para que el conocimiento pueda utilizarse de manera efectiva, el estudiante necesita organizar su conducta, mantener objetivos, controlar distracciones, iniciar tareas, administrar el tiempo, revisar lo que está haciendo, modificar estrategias cuando aparecen dificultades y evaluar posteriormente los resultados obtenidos. Estas capacidades forman parte de un amplio conjunto de procesos relacionados con las funciones ejecutivas, la metacognición y el aprendizaje autorregulado. Dentro de la vida escolar pueden observarse constantemente situaciones que requieren estas habilidades. Un estudiante puede comprender perfectamente una actividad y, sin embargo, no comenzar a realizarla. Otro puede conocer el contenido de una asignatura, pero estudiar únicamente la noche anterior a la evaluación.

Otro puede leer varias páginas sin detenerse a comprobar si realmente comprende. También puede ocurrir que un estudiante continúe utilizando una estrategia que no funciona porque no reconoce la necesidad de modificarla. Estas situaciones muestran una diferencia fundamental: saber qué hacer no garantiza necesariamente ser capaz de organizarse para hacerlo. Las funciones ejecutivas participan precisamente en la regulación orientada hacia metas. Permiten mantener información relevante, inhibir respuestas que interfieren con una tarea, cambiar de estrategia cuando las condiciones lo requieren y organizar acciones dirigidas hacia objetivos. Dörrenbächer-Ulrich y Bregulla (2024), en una revisión sistemática que integró 19 estudios sobre funciones ejecutivas y aprendizaje autorregulado, encontraron relaciones generalmente bajas o moderadas entre ambos constructos.

Los autores destacan además que la manera de medirlos influye sobre las asociaciones encontradas y que existe evidencia de que la metacognición puede intervenir en la relación entre funciones ejecutivas y autorregulación del aprendizaje. Una revisión complementaria desarrollada por Dörrenbächer-Ulrich et al. (2024) analizó específicamente la interacción entre aprendizaje autorregulado, metacognición y funciones ejecutivas durante periodos de transición académica.

Los resultados refuerzan la idea de que estas dimensiones están conectadas, aunque no deben considerarse equivalentes. Esta distinción resulta especialmente importante. Las funciones ejecutivas se relacionan con capacidades cognitivas de regulación. La metacognición implica conocimientos y procesos relacionados con comprender y supervisar el propio pensamiento.

El aprendizaje autorregulado constituye un proceso más amplio mediante el cual el estudiante establece metas, selecciona estrategias, supervisa su desempeño y modifica sus acciones para alcanzar determinados objetivos educativos. Desde una perspectiva interdisciplinaria, Kim et al. (2023) señalan que la autorregulación del aprendizaje integra procesos cognitivos, metacognitivos, motivacionales y conductuales. En consecuencia, no debe reducirse a una única función ejecutiva ni confundirse con la metacognición. Por ello, cuando un estudiante presenta dificultades de organización, procrastinación o planificación, no siempre resulta apropiado interpretarlo simplemente como: “falta de responsabilidad”. Puede existir una combinación de: dificultad para iniciar, planificación insuficiente, escaso monitoreo, distractores, baja percepción de competencia, manejo inadecuado del tiempo y estrategias poco efectivas.

- problemas para mantener metas activas. Comprender estos procesos no significa eliminar la responsabilidad personal. Significa reconocer que las estrategias de planificación, monitoreo y regulación del aprendizaje pueden enseñarse, practicarse y desarrollarse progresivamente, aunque su transferencia puede variar según la tarea, el contexto y las características del estudiante.

Olid-Luque y Ayllón-Salas (2025), en una revisión sistemática sobre programas de aprendizaje autorregulado en educación primaria, encontraron resultados favorables de diferentes intervenciones dirigidas explícitamente a fortalecer estrategias de autorregulación y rendimiento académico. En contextos digitales esta capacidad adquiere todavía mayor importancia. Zhao et al. (2025), mediante un metaanálisis de 42 estudios con más de 11.000 estudiantes, encontraron una asociación positiva, aunque pequeña, entre estrategias de aprendizaje autorregulado y rendimiento en entornos en línea e híbridos. Por tanto, aprender a aprender no constituye una habilidad secundaria. Representa progresivamente la capacidad de responder preguntas como: ¿Qué debo aprender? ¿Qué estrategia

utilizaré? ¿Cuándo comenzaré? ¿Estoy entendiendo? ¿Qué hago si no funciona? ¿Cómo sé que realmente aprendí? Este capítulo analiza precisamente cómo desarrollar esas capacidades.

Objetivos del capítulo

Objetivo general

Analizar las funciones ejecutivas, la metacognición y el aprendizaje autorregulado como procesos fundamentales para la planificación, supervisión, control y evaluación del aprendizaje, identificando estrategias pedagógicas que favorezcan progresivamente la autonomía del estudiante.

Objetivos específicos

- Comprender el concepto de funciones ejecutivas y su importancia educativa.
- Analizar la función de la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva.
- Reconocer la importancia de la planificación y organización orientadas hacia metas.
- Diferenciar funciones ejecutivas, metacognición y aprendizaje autorregulado.
- Comprender el aprendizaje autorregulado como un proceso dinámico.
- Analizar la importancia de establecer metas educativas claras.
- Examinar estrategias de planificación y gestión del tiempo.
- Comprender la procrastinación como un fenómeno relacionado con dificultades de autorregulación.
- Analizar la función de la metacognición dentro del aprendizaje.
- Reconocer la importancia del monitoreo de la comprensión.
- Comprender la necesidad de modificar estrategias cuando no producen resultados.
- Analizar la relación entre atención, inhibición y distractores.
- Identificar formas de enseñar estrategias de estudio explícitamente.
- Reconocer la importancia de retirar progresivamente los apoyos para desarrollar autonomía.

- Traducir la evidencia contemporánea sobre autorregulación en prácticas aplicables al aula.

Funciones ejecutivas: dirigir el comportamiento hacia una meta: Las funciones ejecutivas constituyen un conjunto de procesos que permiten regular pensamientos y conductas de acuerdo con determinados objetivos. En términos educativos, permiten que un estudiante pueda pasar de: “sé que tengo una tarea” a “voy a organizarme para terminarla”. Estas funciones intervienen especialmente cuando una actividad: no puede realizarse automáticamente, exige varios pasos, contiene distractores, requiere planificación, necesita modificar una estrategia y exige esperar una recompensa. Para que este proceso sea enseñable, conviene modelar las decisiones, ofrecer apoyos al inicio y retirarlos gradualmente cuando el estudiante demuestra mayor autonomía. La finalidad no es aumentar controles externos, sino ayudar a que la persona reconozca metas, supervise su desempeño y ajuste estrategias con criterios cada vez más claros y transferibles a nuevas tareas.

- implica controlar impulsos. Por ello, las funciones ejecutivas son particularmente importantes dentro del trabajo académico.

Dörrenbächer-Ulrich y Bregulla (2024) señalan que las funciones ejecutivas y el aprendizaje autorregulado proceden de tradiciones de investigación diferentes, pero presentan conexiones conceptuales y empíricas importantes.

Tabla 4.1

Procesos relacionados con la regulación ejecutiva y autorregulada del aprendizaje:

Proceso	Ámbito principal	Función educativa
Memoria de trabajo	Función ejecutiva	Mantener y manipular temporalmente información durante una actividad
Control inhibitorio	Función ejecutiva	Resistir respuestas o distractores que interfieren con la meta
Flexibilidad cognitiva	Función ejecutiva	Cambiar de estrategia, regla o perspectiva cuando la situación lo requiere
Planificación	Autorregulación del aprendizaje	Organizar acciones y recursos en función de una meta
Monitoreo	Metacognición autorregulación	/ Supervisar la comprensión y el progreso durante una tarea

Proceso	Ámbito principal	Función educativa
Organización	Autorregulación del aprendizaje	Gestionar materiales, información y secuencias de trabajo
Manejo del tiempo	Autorregulación del aprendizaje	Distribuir el esfuerzo según prioridades y plazos
Regulación de estrategias	Autorregulación del aprendizaje	Ajustar las estrategias en función de los resultados obtenidos

Nota. Las funciones ejecutivas, la metacognición y el aprendizaje autorregulado son constructos relacionados, pero no equivalentes. La clasificación presentada identifica el ámbito conceptual predominante de cada proceso con fines educativos.

Memoria de trabajo: mantener activa la información necesaria: La memoria de trabajo fue analizada en el capítulo anterior desde la perspectiva de atención y memoria. Sin embargo, también cumple una importante función ejecutiva. Permite mantener temporalmente activa información mientras se realiza una operación. Por ejemplo, cuando un estudiante resuelve: $27 + 48$ mentalmente necesita conservar determinados resultados parciales mientras continúa calculando. Cuando lee un párrafo complejo, necesita mantener las primeras ideas mientras interpreta las siguientes. Cuando escucha una instrucción: “Lee el texto, identifica las causas, compáralas con el gráfico y escribe una conclusión” necesita mantener varios objetivos simultáneamente. Si las demandas superan los recursos disponibles, algunos pasos pueden perderse. Esto explica por qué las ayudas externas pueden resultar útiles.

Descargar información fuera de la memoria: No todo debe mantenerse mentalmente. Los estudiantes pueden utilizar herramientas externas: agenda, lista de verificación, esquema, tabla, calendario, instrucciones escritas y recordatorios. Estas herramientas no necesariamente generan dependencia. Cuando se utilizan adecuadamente pueden liberar recursos cognitivos. Por ejemplo: En lugar de repetir constantemente: “Recuerden los seis pasos”. puede colocarse una lista visible. El estudiante entonces dedica sus recursos a realizar la actividad y no únicamente a recordar qué debía hacer. **Control inhibitorio:** resistir aquello que interfiere: El control inhibitorio permite detener respuestas automáticas o impulsivas cuando interfieren con una meta. Dentro del aprendizaje puede ser necesario para: evitar responder antes de terminar de leer, ignorar una notificación, permanecer

en una actividad difícil, evitar abandonar inmediatamente, revisar antes de entregar y resistir una distracción.

Esto posee especial relevancia en ambientes digitales. Un estudiante puede comenzar una tarea en computadora. A los pocos minutos aparece: una notificación, un mensaje, un video y una red social. Cada interrupción exige decidir: ¿continúo con mi objetivo o cambio de actividad? El control ejecutivo participa en esta decisión. Diseñar ambientes que no dependan únicamente del autocontrol: Existe una enseñanza importante. Si el entorno presenta estímulos extremadamente distractores, no siempre resulta razonable depender exclusivamente de la fuerza de voluntad. Una estrategia autorregulatoria puede consistir en modificar el ambiente. Por ejemplo: silenciar notificaciones, dejar el teléfono fuera de alcance, estudiar en un espacio determinado, cerrar pestañas innecesarias y preparar previamente los materiales. Autorregularse no significa resistir todas las tentaciones permanentemente.

También significa organizar el ambiente para reducirlas. Flexibilidad cognitiva: cambiar cuando lo anterior no funciona: La flexibilidad cognitiva permite modificar estrategias cuando cambian las demandas. Imagine un estudiante que intenta resolver un problema utilizando un procedimiento. No funciona. Puede: Respuesta A: seguir realizando exactamente lo mismo. Respuesta B: detenerse, revisar y probar otra estrategia. La segunda requiere reconocer: “mi estrategia actual no está funcionando”. Por ello, flexibilidad y metacognición pueden interactuar. La flexibilidad no significa cambiar constantemente: También existe un extremo contrario. Algunos estudiantes cambian de estrategia antes de darle suficiente oportunidad. La regulación adecuada requiere decidir: ¿debo persistir o cambiar? Esto depende de: evidencia de progreso, naturaleza de la tarea, tiempo disponible, dificultad y retroalimentación.

Funciones ejecutivas y rendimiento académico

Las funciones ejecutivas se relacionan con múltiples actividades escolares porque permiten organizar recursos cognitivos y conductuales hacia metas. Sin embargo, conviene evitar una conclusión simplista: “Más funciones ejecutivas = automáticamente mejores notas”. Dörrenbächer-Ulrich y

Bregulla (2024) muestran que las relaciones entre funciones ejecutivas y aprendizaje autorregulado suelen ser bajas o moderadas y dependen parcialmente de cómo se miden los constructos. Esto significa que el éxito académico depende también de: conocimientos, motivación, enseñanza, contexto, oportunidades y recursos. Las funciones ejecutivas constituyen una pieza del sistema, no toda la explicación. Actividad física cognitivamente desafiante y funciones ejecutivas: La investigación reciente también ha explorado intervenciones destinadas a fortalecer funciones ejecutivas.

Mao et al. (2024), mediante una revisión sistemática y metaanálisis, encontraron efectos favorables de determinadas intervenciones de actividad física cognitivamente exigente sobre funciones ejecutivas en niños y adolescentes. Sin embargo, este resultado no significa que exista un ejercicio físico universal que “active” las funciones ejecutivas. Los beneficios dependen de: duración, frecuencia, tipo de actividad, población y proceso ejecutivo evaluado. La evidencia debe utilizarse con cautela y no convertirse en otro neuromito. De las funciones ejecutivas al aprendizaje autorregulado: Las funciones ejecutivas permiten regular conductas. El aprendizaje autorregulado amplía esta lógica específicamente al contexto educativo. Un estudiante autorregulado intenta participar activamente en la gestión de su aprendizaje. Puede establecer objetivos, planificar, seleccionar estrategias, monitorear, controlar recursos y revisar resultados.

- realizar ajustes. Dörrenbächer-Ulrich y Bregulla (2024) encontraron evidencia que apoya con mayor claridad la idea de que las funciones ejecutivas contribuyen al aprendizaje autorregulado que la dirección contraria, aunque señalan importantes limitaciones metodológicas en la literatura disponible.

Aprender a aprender: La expresión “aprender a aprender” puede parecer abstracta. En realidad, implica desarrollar preguntas concretas. Antes de comenzar, ¿Qué necesito conseguir? Durante la actividad, ¿Estoy avanzando? Después de la actividad, ¿Funcionó mi estrategia? Estas tres etapas pueden organizar un ciclo. PLANIFICAR: ↓ ACTUAR: ↓ MONITOREAR: ↓ EVALUAR: ↓ AJUSTAR: El proceso vuelve a comenzar.

Tabla 4.2

Ciclo básico del aprendizaje autorregulado:

Fase	Pregunta
Meta	¿Qué quiero lograr?
Planificación	¿Cómo lo haré?
Acción	¿Qué estrategia utilizaré?
Monitoreo	¿Estoy entendiendo?
Control	¿Necesito cambiar algo?
Evaluación	¿Qué resultado obtuve?
Reflexión	¿Qué haría diferente la próxima vez?

La metacognición: pensar sobre el propio aprendizaje: La metacognición se relaciona con el conocimiento y supervisión de los propios procesos cognitivos. Un estudiante utiliza metacognición cuando reconoce: “No entendí este párrafo”. También cuando piensa: “Leer nuevamente no me está ayudando; necesito hacer un esquema”. La revisión de Dörrenbächer-Ulrich y Bregulla (2024) encontró evidencia de que la metacognición puede desempeñar un papel mediador entre funciones ejecutivas y aprendizaje autorregulado. Ramos Huacho et al. (2025), mediante una revisión sistemática sobre estrategias metacognitivas, destacan su relevancia para el aprendizaje autorregulado, el desempeño y la transferencia de conocimientos. Conocimiento metacognitivo y regulación metacognitiva: Puede resultar útil diferenciar dos dimensiones. Conocimiento metacognitivo: Saber:

- qué estrategias existen;
- cuáles funcionan mejor para determinadas tareas;
- cuáles son mis dificultades.

Regulación metacognitiva: Ser capaz de: planificar, monitorear, evaluar y modificar estrategias. Un estudiante puede saber que practicar recuperación es útil. Pero aun así estudiar únicamente releendo. Eso demuestra: conocer una estrategia ≠ utilizarla. La ilusión de comprensión: Un problema frecuente es creer que entendemos simplemente porque la información parece familiar. Por ejemplo: El estudiante lee una página. Piensa: “Sí, lo entiendo”. Pero al cerrar el libro no puede explicarla. La metacognición necesita comprobarse mediante evidencia. Una estrategia sencilla es preguntar: ¿Puedo explicarlo sin mirar? Esta pregunta conecta metacognición con recuperación. Enseñar al estudiante a comprobarse: Una buena estrategia de estudio incluye momentos de

diagnóstico personal. Por ejemplo: Antes de comenzar, ¿Qué sé? Durante la actividad, ¿Qué no entiendo? Después de la actividad, ¿Qué puedo recordar?

Aplicación: ¿Puedo resolver algo nuevo? De esta manera, el estudiante deja de depender únicamente de sensaciones de familiaridad. Metacognición no significa pensar constantemente en pensar: También puede exagerarse. Si el estudiante debe detenerse después de cada pequeño paso para analizar su proceso, puede aumentar innecesariamente la carga. La reflexión resulta especialmente útil en momentos relevantes: antes de una tarea compleja, después de un error, al finalizar y cuando una estrategia no funciona. Planificación: convertir una meta en pasos: Una meta amplia puede ser: “Estudiar Ciencias”. Pero esta meta proporciona poca orientación. Una meta mejor podría ser: “Hoy revisaré las páginas 30–35, elaboraré cinco preguntas y comprobaré si puedo responderlas sin mirar.” La segunda especifica: contenido, acción, producto y criterio de comprobación. Planificar significa transformar objetivos amplios en comportamientos concretos.

Tabla 4.3

De metas vagas a metas operativas:

Meta vaga	Meta operativa
Estudiar Matemáticas	Resolver 8 ecuaciones y revisar errores
Leer Historia	Leer 4 páginas y elaborar un esquema
Preparar examen	Recuperar los conceptos de tres unidades
Hacer proyecto	Terminar introducción y seleccionar fuentes
Mejorar Inglés	Practicar 20 palabras y utilizarlas en frases
Hacer deberes	Completar tareas prioritarias antes de las 19:00

Metas grandes y metas intermedias: Un proyecto de un mes puede parecer lejano. Por ello, conviene dividirlo. Meta final: Entregar investigación. Metas intermedias: Semana 1: seleccionar tema. Semana 2: buscar fuentes. Semana 3: redactar borrador. Semana 4: revisar y entregar. La fragmentación permite observar progreso. Manejo del tiempo: El tiempo constituye un recurso esencial del aprendizaje. Muchos problemas académicos no aparecen porque el estudiante sea incapaz de realizar la tarea. Aparecen porque comienza demasiado tarde. La gestión temporal requiere: estimar duración, establecer prioridades, iniciar, distribuir trabajo y prever interrupciones. Esto puede enseñarse. El error de estimación: Una dificultad común consiste en subestimar

cuánto tiempo requiere una actividad. El estudiante piensa: “Eso lo hago en media hora”. Termina necesitando tres horas.

Una estrategia es registrar: Predicción: ¿Cuánto creo que tardaré? Resultado: ¿Cuánto tardé realmente? Después de varias experiencias, las estimaciones pueden volverse más realistas. Procrastinación: saber qué hacer y no comenzar: La procrastinación académica constituye un problema frecuente de autorregulación. Turner y Hodis (2023), en una revisión sistemática de 21 estudios sobre intervenciones destinadas a reducir la procrastinación académica, señalan que este fenómeno se relaciona con consecuencias académicas, de salud y bienestar, y que existen diferentes estrategias de intervención potencialmente útiles. Suárez Perdomo y Ruiz Alfonso (2024) también revisaron intervenciones aplicadas a universitarios y encontraron que la procrastinación puede reducirse mediante programas estructurados, aunque las modalidades y resultados presentan variabilidad. Por tanto: “deja de procrastinar” es una instrucción poco útil si no enseñamos cómo hacerlo.

Procrastinación no equivale automáticamente a pereza: Un estudiante puede procrastinar porque: la tarea parece demasiado grande, no sabe cómo comenzar, teme fracasar, existen distractores, sobreestima el tiempo futuro, busca gratificación inmediata y carece de planificación. Esto no elimina responsabilidad. Pero permite seleccionar mejores soluciones. Primera estrategia contra la procrastinación: reducir el primer paso: En lugar de: “Haz el proyecto”. puede comenzar con: “Abre el documento y escribe tres posibles títulos”. El objetivo consiste en reducir la barrera de inicio. Después de la actividad, “Selecciona uno”. Luego: “Busca dos fuentes”. La tarea deja de ser una masa indefinida. Segunda estrategia: intención de implementación: Una meta como: “Estudiaré mañana”. es ambigua. Puede transformarse en: “Mañana a las 17:00, después de merendar, estudiaré Matemáticas durante 30 minutos en el escritorio.” Ahora existen:

- cuándo;
- dónde;
- qué.

Cuanto más concreta sea la conducta, menor ambigüedad existe al momento de comenzar.

Procrastinación y redes sociales

Romero-Méndez y Romero-Méndez (2024), en un estudio con adolescentes, analizaron conjuntamente procrastinación académica, uso problemático de redes sociales y funciones ejecutivas, mostrando relaciones relevantes entre estas variables de autorreporte. Estos resultados no justifican afirmar que las redes sociales causan directamente todos los problemas de autorregulación. Pero sí refuerzan la importancia educativa de enseñar administración de distractores. El teléfono como problema de diseño: Una estrategia realista puede ser: Si necesito estudiar 30 minutos, el teléfono permanece fuera de alcance durante esos 30 minutos. No es necesario confiar exclusivamente en: “No lo miraré aunque esté vibrando junto a mí”. La autorregulación incluye modificar condiciones. Procrastinación activa y pasiva: La literatura contemporánea también ha discutido la idea de “procrastinación activa”.

Suárez Perdomo y Ruiz Alfonso (2024), en una revisión de intervenciones aplicadas a estudiantes universitarios, encontraron que la procrastinación puede reducirse mediante programas estructurados, aunque las modalidades y los resultados presentan variabilidad. Esto invita a evitar etiquetas simplistas. Trabajar bajo presión por preferencia no es exactamente igual que retrasar una tarea hasta volver imposible completarla adecuadamente. Organización de materiales: La autorregulación también ocurre fuera de la mente. Un estudiante que pierde continuamente: cuadernos, hojas, tareas, instrucciones y debe invertir recursos adicionales en recuperarlos. Las rutinas pueden ayudar: mismo lugar para materiales, carpetas organizadas, nombres consistentes de archivos, agenda y lista de verificación completa. La organización externa puede reducir demandas ejecutivas. Aprender a priorizar: No todas las tareas poseen la misma importancia.

Una herramienta sencilla consiste en clasificarlas por: Importancia: alta / baja Urgencia: alta / baja Esto permite distinguir: urgente e importante hacer primero. importante pero no urgente planificar. poco importante revisar su prioridad. El objetivo no consiste en convertir al estudiante en gerente empresarial. Consiste en enseñarle que administrar tiempo requiere decidir. Monitoreo: saber si estamos avanzando: Un estudiante puede trabajar durante mucho tiempo sin comprobar

si su estrategia funciona. Por ejemplo: Lee tres horas. Pero no puede responder preguntas. La metacognición exige comparar: esfuerzo realizado con aprendizaje obtenido. Por ello, una pregunta útil es: ¿Qué evidencia tengo de que aprendí? Evidencia de aprendizaje: Puede incluir: explicar sin mirar, responder preguntas, resolver problemas, recordar después de un intervalo y aplicar en una situación nueva. No basta con: “estuve dos horas estudiando”. Tiempo invertido y aprendizaje no son equivalentes. Evaluar la estrategia: Después de una actividad, podemos preguntar:

1. ¿Qué intenté?
2. ¿Qué funcionó?
3. ¿Dónde tuve dificultad?
4. ¿Qué cambiaré?

Estas cuatro preguntas construyen hábitos de reflexión. Autorregulación y rendimiento: Zhao et al. (2025), en un metaanálisis sobre aprendizaje en línea e híbrido, identificaron 42 estudios, 115 tamaños de efecto y 11.014 estudiantes. Encontraron una asociación positiva pero pequeña entre estrategias de autorregulación y rendimiento académico. Zheng y Sun (2025), en otro metaanálisis centrado en educación médica de grado y posgrado, también encontraron relaciones entre aprendizaje autorregulado y diferentes resultados educativos. Estos resultados indican que la autorregulación importa, pero no constituye la única causa del éxito académico. Autorregulación en entornos digitales: El aprendizaje virtual exige mayor autonomía. El estudiante necesita decidir:

- cuándo conectarse;
- cuánto tiempo trabajar;
- cómo organizar recursos;
- qué hacer cuando no comprende. Por ello, los entornos digitales pueden exponer dificultades de autorregulación que eran parcialmente compensadas por la estructura presencial.

Zhao et al. (2025) señalan precisamente que las estrategias autorregulatorias mantienen una relación significativa con el rendimiento en contextos digitales e híbridos. La tecnología también puede

apoyar la autorregulación: Las herramientas digitales pueden servir para: calendarios, recordatorios, seguimiento de progreso, organización, cuestionarios y temporizadores. La misma tecnología que distrae puede utilizarse para apoyar la regulación. La cuestión no es: tecnología sí o no. Sino: qué función cumple dentro del aprendizaje. Enseñar estrategias explícitamente: Un error frecuente consiste en asumir: “Los estudiantes ya deberían saber estudiar”. Pero muchas estrategias necesitan enseñanza. La revisión de Olid-Luque y Ayllón-Salas (2025) muestra precisamente que los programas explícitos de aprendizaje autorregulado pueden producir mejoras en estudiantes de primaria.

La enseñanza puede incluir: explicar la estrategia, modelarla, practicarla, recibir retroalimentación y utilizarla progresivamente de forma independiente. Modelado docente: El profesor puede hacer visible su razonamiento. Por ejemplo: “Primero leo la pregunta. Veo que me pide comparar. Antes de escribir, voy a identificar dos semejanzas y dos diferencias. Después revisaré si realmente respondí lo solicitado.” El estudiante observa no solamente la respuesta final. Observa cómo se organiza el pensamiento. Andamiaje: Al principio puede existir mucho apoyo. Después se reduce. Inicio: lista de verificación completa. Posteriormente: Solo títulos de pasos. Después de la actividad, El estudiante crea su propia lista de verificación. Finalmente: Organiza la actividad autónomamente. Este retiro progresivo resulta fundamental. El objetivo de un apoyo educativo es que, cuando sea posible, deje de ser necesario.

Tabla 4.4

Del apoyo externo a la autorregulación:

Etapa	Apoyo
Modelado	El docente muestra cómo hacerlo
Práctica guiada	Docente y estudiante lo realizan juntos
Apoyo parcial	Existen pistas o listas de verificación
Práctica independiente	El estudiante utiliza la estrategia
Autorregulación	Selecciona cuándo y cómo usarla
Transferencia	Utiliza la estrategia en nuevos contextos

La autonomía no significa dejar solo al estudiante: Existe una interpretación problemática: “Debe aprender solo para ser autónomo”. La autonomía se construye mediante apoyo progresivo. Un estudiante que todavía no posee estrategias necesita orientación. Retirar el apoyo demasiado pronto

puede generar fracaso. Mantenerlo eternamente puede producir dependencia. El desafío consiste en ajustar. Metacognición y preguntas docentes: Las preguntas pueden desarrollar reflexión. Antes de comenzar, En la práctica, esta regulación puede hacerse observable mediante preguntas de planificación, monitoreo y revisión que obliguen al estudiante a explicar qué estrategia eligió, por qué la utilizó y qué modificaría en un intento posterior. De este modo, la reflexión se vincula con decisiones concretas y no queda reducida a una declaración general sobre el propio aprendizaje.

- ¿Qué sabes?
- ¿Qué estrategia usarás?

Durante la actividad,

- ¿Está funcionando?
- ¿Dónde está la dificultad?

Después de la actividad,

- ¿Qué aprendiste?
- ¿Qué cambiarías?

Estas preguntas pueden convertirse gradualmente en preguntas internas del propio estudiante. Enseñar a pedir ayuda: Solicitar ayuda también constituye una estrategia de autorregulación. Sin embargo, existen dos extremos. No pedir nunca: El estudiante permanece bloqueado. Pedir inmediatamente: No intenta resolver nada. Una regla práctica podría ser:

1. intenta;
2. identifica dónde aparece la dificultad;
3. formula una pregunta específica.

En lugar de: “No entiendo nada”. puede aprender a decir: “Comprendo los dos primeros pasos, pero no sé por qué aquí cambia el signo”. Esta pregunta permite mejor ayuda.

Atención sostenida y pausas

Autorregularse también significa reconocer límites. Trabajar durante periodos razonables y planificar descansos puede resultar más efectivo que intentar mantener concentración indefinidamente. Un estudiante podría utilizar: 25–40 minutos de trabajo + pausa breve + nuevo periodo. No existe una duración universal. La clave consiste en evitar que la pausa se transforme en abandono completo de la tarea. El mito de la técnica perfecta: Existe abundante contenido digital que promete: Para que este proceso sea enseñable, conviene modelar las decisiones, ofrecer apoyos al inicio y retirarlos gradualmente cuando el estudiante demuestra mayor autonomía. La finalidad no es aumentar controles externos, sino ayudar a que la persona reconozca metas, supervise su desempeño y ajuste estrategias con criterios cada vez más claros y transferibles a nuevas tareas.

- “la técnica de estudio definitiva”;
- “el método perfecto”;
- “la rutina cerebral ideal”.

La autorregulación implica precisamente lo contrario: seleccionar estrategias según el objetivo. Para vocabulario puede resultar útil una estrategia. Para resolver problemas matemáticos, otra. Para redactar, otra. Aprender a aprender significa desarrollar un repertorio. Estrategias y tipo de aprendizaje:

Tabla 4.5

Objetivo y estrategia posible:

Objetivo	Estrategia
Recordar información	Recuperación distribuida
Comprender concepto	Explicación y ejemplos
Comparar	Tabla comparativa
Resolver problema	Práctica guiada y variada
Organizar contenido	Esquema
Detectar comprensión	Autoexplicación
Planificar proyecto	Cronograma
Controlar progreso	Lista de verificación
Preparar evaluación	Preguntas de recuperación
Transferir	Problemas nuevos

Autorregulación y emociones: Autorregular el aprendizaje también implica regular emociones. Cuando una tarea genera frustración, el estudiante puede:

- abandonar;
- insistir;
- pedir ayuda;
- cambiar estrategia. Las emociones analizadas en el capítulo anterior interactúan directamente con los procesos ejecutivos.

Por eso, aprender a aprender no es únicamente una competencia cognitiva. Incluye dimensiones: cognitivas, metacognitivas, motivacionales, emocionales y conductuales. El error como señal metacognitiva: Un error puede indicar: “La estrategia necesita revisión”. Pero únicamente si el estudiante lo analiza. Después de una evaluación, puede ser más educativo preguntar: ¿Por qué cometiste este error? Opciones: no sabía, olvidé, interpreté mal, calculé mal, no revisé y utilicé estrategia incorrecta. Diferentes causas necesitan diferentes soluciones. En la práctica, esta regulación puede hacerse observable mediante preguntas de planificación, monitoreo y revisión que obliguen al estudiante a explicar qué estrategia eligió, por qué la utilizó y qué modificaría en un intento posterior. De este modo, la reflexión se vincula con decisiones concretas y no queda reducida a una declaración general sobre el propio aprendizaje.

Cuaderno de errores

Una estrategia práctica consiste en mantener un registro sistemático de los errores cometidos, sus posibles causas y las acciones que permitan corregirlos y prevenirlos en situaciones futuras.

Tabla 4.6

Registro para el cuaderno de errores:

Error	Causa	Corrección	Qué haré después
-------	-------	------------	------------------

Nota. Esta tabla puede utilizarse como herramienta metacognitiva para analizar errores, identificar

sus causas y planificar estrategias de mejora.

Esto transforma el error en información para futuras decisiones. Calificación versus aprendizaje autorregulado: Una nota indica resultado. Pero no necesariamente explica proceso. Dos estudiantes pueden obtener 7/10 por razones completamente diferentes. Uno: no comprendió tres conceptos. Otro: sabía el contenido, pero respondió apresuradamente. La intervención debería ser distinta. Por ello, la evaluación también puede proporcionar información metacognitiva. Proceso antes del producto: Un docente puede preguntar: “¿Cómo estudiaste?” Además de: “¿Qué nota obtuviste?” Esto permite identificar estrategias. Una mala nota después de una estrategia ineficiente ofrece una oportunidad. Una buena nota obtenida únicamente por estudio intensivo de último momento también puede ocultar un problema de retención futura.

Autorregulación no significa controlar cada minuto: Un exceso de monitoreo externo puede ser contraproducente. Si el profesor controla: cada paso, cada minuto, cada decisión y el estudiante puede cumplir sin desarrollar autonomía. Los apoyos deben evolucionar. El objetivo final es que algunas decisiones pasen del docente al estudiante. Enseñar a establecer metas: Una meta educativa útil debería ser: específica, comprensible, verificable y razonablemente desafiante. Ejemplo: Meta poco útil: “Mejorar inglés.” Meta útil: “Al terminar la semana podré utilizar correctamente 20 palabras nuevas en oraciones.” Ahora puede comprobarse. Autorregulación en estudiantes pequeños: Incluso los niños pueden comenzar a desarrollar estas habilidades. Con preguntas sencillas:

- ¿Qué vamos a hacer?
- ¿Qué necesitamos?
- ¿Terminamos?
- ¿Qué fue difícil?
- ¿Qué haríamos diferente?

Olid-Luque y Ayllón-Salas (2025) encontraron que programas específicos de autorregulación en educación primaria pueden producir efectos favorables, lo que refuerza la importancia de comenzar

su enseñanza desde edades tempranas. Autorregulación durante las transiciones educativas: Pasar: de primaria a secundaria, de secundaria a bachillerato, del colegio a la universidad y implica cambios importantes. Aumentan: asignaturas, profesores, tareas y autonomía. Para que este proceso sea enseñable, conviene modelar las decisiones, ofrecer apoyos al inicio y retirarlos gradualmente cuando el estudiante demuestra mayor autonomía. La finalidad no es aumentar controles externos, sino ayudar a que la persona reconozca metas, supervise su desempeño y ajuste estrategias con criterios cada vez más claros y transferibles a nuevas tareas.

- exigencia organizativa. Dörrenbächer-Ulrich et al. (2024) señalan que estas transiciones constituyen periodos especialmente interesantes para analizar la relación entre funciones ejecutivas, metacognición y autorregulación.

Porello, las instituciones no deberían asumir: “Ya son mayores; deben saber organizarse”. Precisamente cuando aumenta la autonomía puede ser necesario enseñar cómo gestionarla. Autorregulación y formación docente: Las habilidades autorregulatorias también son importantes para quienes enseñan. Fernández Ortube et al. (2024), en una revisión sistemática sobre intervenciones de aprendizaje autorregulado en docentes en formación, muestran el creciente interés por incorporar explícitamente estas competencias dentro de la preparación profesional. Esto posee sentido. Un docente que comprende la autorregulación puede: utilizar estrategias personalmente, modelarlas, enseñarlas y identificar dificultades de sus estudiantes.

Tabla 4.7

Situaciones de aula desde una perspectiva ejecutiva:

Conducta observable	Interpretación precipitada	Pregunta pedagógica
No comienza	“No quiere trabajar”	¿Sabe cómo iniciar?
Olvida instrucciones	“No escucha”	¿Son demasiados pasos?
Pierde materiales	“Es descuidado”	¿Necesita un sistema de organización?
Entrega tarde	“Es irresponsable”	¿Planifica tiempos adecuadamente?
Cambia de actividad	“Es distraído”	¿Existen distractores o dificultad de control?

Conducta observable	Interpretación precipitada	Pregunta pedagógica
Continúa un procedimiento incorrecto	“No entiende”	¿Está monitoreando su estrategia?
Estudia muchas horas y rinde poco	“No tiene capacidad”	¿Utiliza estrategias eficaces?
Pide ayuda inmediatamente	“Es dependiente”	¿Sabe cómo intentar antes de pedir apoyo?

Nota. Las expresiones entre comillas representan interpretaciones precipitadas que deben evitarse como etiquetas del estudiante; su inclusión tiene un propósito exclusivamente crítico y comparativo.

Neuromitos y simplificaciones: Mito 1. Las funciones ejecutivas están completamente desarrolladas a una edad determinada: Su desarrollo es progresivo y presenta diferencias individuales. No existe un día específico en que aparezca una “función ejecutiva adulta completa”. Mito 2. Un estudiante organizado posee buenas funciones ejecutivas en todas las situaciones El desempeño puede variar según: contexto, cansancio, dificultad, motivación y experiencia. Mito 3. La autorregulación significa estudiar solo: Falso. Puede implicar solicitar ayuda y utilizar recursos. Mito 4. Si sabe qué debe hacer, debería poder hacerlo siempre: Saber una instrucción y regular la conducta para cumplirla son procesos diferentes. Mito 5. Procrastinar siempre significa pereza: Puede existir una combinación de factores motivacionales, emocionales y ejecutivos. Mito 6.

La mejor manera de enseñar autonomía es retirar inmediatamente los apoyos La autonomía suele requerir andamiaje progresivo. Mito 7. Existe una única estrategia de estudio ideal: Las estrategias dependen del contenido y del objetivo. Autorregulación sin patologizar: Otro riesgo consiste en interpretar cualquier dificultad organizativa como un trastorno. Todos pueden experimentar: olvido, procrastinación, distracción y desorganización. Una dificultad ocasional no constituye automáticamente una condición clínica. El docente debe observar e intervenir pedagógicamente. Cuando las dificultades son intensas, persistentes y afectan significativamente distintas áreas, corresponde coordinar con profesionales y servicios especializados. Autorregulación sin moralizar: También conviene evitar convertir todo problema ejecutivo en un juicio moral. Expresiones como: “Es irresponsable.” “No le importa.” pueden cerrar el análisis. Una pregunta más productiva es: ¿Qué parte del proceso está fallando?

- ¿meta?
- ¿planificación?
- ¿inicio?
- ¿monitoreo?
- ¿estrategia?
- ¿gestión temporal?

Esto permite intervenir. Beneficios de enseñar autorregulación: El aprendizaje autorregulado puede favorecer: autonomía, planificación, uso estratégico del tiempo, selección de estrategias, conciencia de errores, mayor capacidad para pedir ayuda y transferencia de estrategias.

- aprendizaje permanente. Zhao et al. (2025) encontraron una asociación positiva entre estrategias autorregulatorias y rendimiento en ambientes digitales, mientras que revisiones de programas educativos muestran que estas habilidades pueden ser objeto de intervención explícita.

Aprendizaje a lo largo de la vida: Una de las razones más importantes para enseñar autorregulación es que la educación formal termina. El aprendizaje no. Una persona adulta necesitará: actualizar conocimientos, aprender tecnologías, desarrollar nuevas habilidades y estudiar de forma independiente. Quien sabe aprender posee una herramienta transferible. Inteligencia artificial y autorregulación: Las herramientas de inteligencia artificial introducen un nuevo desafío. Un estudiante puede utilizarlas para: explicar, practicar, organizar y recibir retroalimentación. Pero también puede delegar completamente el trabajo cognitivo. La pregunta autorregulatoria será: ¿Estoy utilizando la herramienta para aprender o para evitar aprender? Esta distinción será cada vez más importante. Uso autorregulado de IA: Un ejemplo productivo:

1. El estudiante intenta resolver.
2. Identifica dónde tiene dificultad.
3. Solicita una explicación.

4. Cierra la herramienta.
5. Resuelve nuevamente por sí mismo.

Un ejemplo menos productivo sería el siguiente:

1. Copia la tarea.
2. Solicita respuesta.
3. Entrega sin comprender.

La herramienta es la misma. La regulación es diferente. Cómo enseñar aprender a aprender: Puede utilizarse una rutina sencilla: ANTES: ¿Qué quiero lograr? ¿Qué sé? ¿Qué estrategia usaré? DURANTE: ¿Estoy entendiendo? ¿Estoy avanzando? ¿Necesito cambiar algo? DESPUÉS: ¿Qué logré? ¿Qué error apareció? ¿Qué haré diferente la próxima vez? Si se utiliza repetidamente, puede convertirse progresivamente en hábito. Esta idea adquiere mayor valor cuando se traduce en decisiones observables dentro del aula. El docente puede definir con claridad el propósito, anticipar dificultades, proporcionar apoyos proporcionados y recoger evidencia del desempeño antes de modificar la estrategia. Así, la intervención se mantiene vinculada con el aprendizaje real del estudiante y evita convertir un principio general en una receta aplicable de manera automática a cualquier contexto.

Tabla 4.8

Rutina metacognitiva:

Momento	Preguntas
Antes	¿Qué sé? ¿Qué necesito? ¿Cómo comenzaré?
Durante	¿Comprendo? ¿Funciona mi estrategia?
Después	¿Qué aprendí? ¿Qué debo revisar?
Próxima tarea	¿Qué mantendré? ¿Qué cambiaré?

Aplicación práctica: Matemáticas: El tema propuesto es resolución de problemas. Antes de comenzar, ¿Qué datos tengo? ¿Qué me preguntan? Durante la actividad, ¿Mi operación tiene sentido? Después de la actividad, ¿La respuesta es razonable? Aquí se enseñan simultáneamente:

- contenido;

- metacognición.

Aplicación práctica: Lengua: Antes de escribir:

1. ¿Cuál es mi propósito?
2. ¿Quién leerá?
3. ¿Cuál es la idea principal?

Durante la actividad,

¿Cada párrafo contribuye?

Después de la actividad,

¿Mi texto realmente comunica lo que quería?

La revisión deja de ser solamente ortográfica. Se convierte en regulación. Aplicación práctica: estudio para un examen: En lugar de: “Estudien para el viernes”. enseñar una secuencia: Lunes: Identificar contenidos. Martes: Primera recuperación. Miércoles: Revisar errores. Jueves: Nueva recuperación. Viernes: Evaluación. El estudiante observa cómo distribuir. Aplicación práctica: proyecto largo: Dividir: producto, subtareas, fechas, responsables y revisión. Utilizar una lista de progreso. El proyecto se convierte en oportunidad para enseñar planificación. Diez estrategias prácticas para docentes: Su aplicación resulta más sólida cuando las oportunidades de recordar se distribuyen de forma planificada y reciben retroalimentación suficiente para corregir errores. No se trata de repetir pruebas de manera mecánica, sino de volver al conocimiento en momentos distintos, exigir reconstrucción activa y comprobar si puede utilizarse con menor apoyo y en situaciones progresivamente variadas.

1. Convertir tareas grandes en pasos visibles.
2. Modelar cómo planificar antes de exigir planificación independiente.
3. Utilizar listas y apoyos externos cuando las demandas ejecutivas sean altas.
4. Enseñar gestión del tiempo explícitamente.

5. Incorporar preguntas metacognitivas.
6. Enseñar varias estrategias de estudio.
7. Pedir evidencia de aprendizaje, no solamente tiempo estudiado.
8. Analizar errores y estrategias después de evaluaciones.
9. Reducir progresivamente el apoyo.
10. Transferir gradualmente decisiones al estudiante.

Tabla 4.9

Preguntas para diseñar una enseñanza que desarrolle autorregulación:

Pregunta	Propósito
¿Saben cuál es la meta?	Orientar acción
¿Saben cómo comenzar?	Facilitar inicio
¿La tarea necesita dividirse?	Reducir complejidad
¿Qué información deben mantener?	Gestionar memoria de trabajo
¿Qué distractores existirán?	Favorecer inhibición
¿Cómo sabrán que avanzan?	Monitorear
¿Qué harán si se bloquean?	Promover flexibilidad
¿Cómo comprobarán el aprendizaje?	Desarrollar metacognición
¿Qué apoyo puedo retirar después?	Promover autonomía
¿Podrán usar esta estrategia en otra asignatura?	Favorecer transferencia

De la dependencia a la autonomía: El objetivo final no consiste en crear estudiantes que necesiten continuamente instrucciones. La educación aspira a que progresivamente puedan: identificar metas, organizarse, seleccionar estrategias, controlar su progreso, solicitar apoyo cuando corresponda y evaluar resultados. Pero esta autonomía no aparece espontáneamente. Se desarrolla. Por ello, una secuencia adecuada es: Secuencia: 1) DEPENDENCIA INICIAL; 2) APOYO; 3) PRÁCTICA; 4) RESPONSABILIDAD COMPARTIDA; 5) AUTONOMÍA. Una cultura escolar que enseñe organización: En algunas instituciones, cuando un estudiante olvida constantemente tareas, la única respuesta consiste en sancionarlo. La consecuencia puede ser necesaria. Pero también debería existir enseñanza.

Por ejemplo: ¿Cómo utilizar agenda? ¿Cómo dividir un proyecto? ¿Cómo estudiar para una prueba? ¿Cómo comprobar que terminé? La escuela exige autorregulación. También debería enseñarla. Altas

expectativas con estrategias: Decir: “Organízate mejor” no enseña a organizarse. Decir: “Vamos a dividir las actividades, colocar las fechas y decidir qué harás primero” sí proporciona una estrategia. Posteriormente el estudiante deberá hacerlo solo. La expectativa permanece. El apoyo permite alcanzarla. Tendencias actuales de investigación: La investigación reciente sobre funciones ejecutivas y autorregulación se orienta hacia varias líneas: relación entre funciones ejecutivas y aprendizaje autorregulado, metacognición, transiciones académicas, intervenciones educativas, procrastinación, aprendizaje digital y medición multimétodo.

- actividad física cognitivamente exigente. Dörrenbächer-Ulrich y Bregulla (2024) señalan que todavía existe necesidad de estudios longitudinales y experimentales capaces de aclarar mejor las relaciones causales entre funciones ejecutivas y aprendizaje autorregulado.

Zhao et al. (2025), mediante un metaanálisis de 42 estudios y más de 11.000 estudiantes, encontraron una asociación positiva, aunque pequeña, entre las estrategias de aprendizaje autorregulado y el rendimiento académico en entornos en línea e híbridos. Este punto resulta importante: un estudiante puede decir: “Soy muy organizado”. Pero su comportamiento real puede contar otra historia. Por ello, la autorregulación necesita observarse también en acción. Para que este proceso sea enseñable, conviene modelar las decisiones, ofrecer apoyos al inicio y retirarlos gradualmente cuando el estudiante demuestra mayor autonomía. La finalidad no es aumentar controles externos, sino ayudar a que la persona reconozca metas, supervise su desempeño y ajuste estrategias con criterios cada vez más claros y transferibles a nuevas tareas.

Profundización: funciones ejecutivas, metacognición y autonomía

Funciones ejecutivas como familia de procesos

Las funciones ejecutivas no constituyen una capacidad única ni un “centro de control” localizado de manera simple. El término agrupa procesos relacionados con mantener metas, inhibir respuestas dominantes, actualizar información y cambiar de estrategia cuando las condiciones lo requieren. Esta diversidad explica por qué dos estudiantes pueden mostrar perfiles diferentes: uno puede comprender una tarea y tener dificultades para organizarla; otro puede planificar adecuadamente,

pero abandonar cuando aparece una distracción. La revisión de Dörrenbächer-Ulrich y Bregulla (2024) muestra asociaciones entre funciones ejecutivas y aprendizaje autorregulado, aunque también evidencia variación según la forma de medir ambos constructos. En educación, resulta más útil identificar qué demanda ejecutiva plantea una actividad que etiquetar al estudiante como poseedor de “buenas” o “malas” funciones ejecutivas.

Metacognición: conocer y regular el propio aprendizaje

La metacognición incluye conocimientos sobre la propia cognición y procesos de regulación como planificar, monitorear y evaluar. Un estudiante puede conocer muchas estrategias de estudio y no utilizarlas cuando las necesita; por ello, enseñar estrategias requiere también enseñar cuándo, por qué y cómo seleccionarlás. Kim et al. (2023) proponen puentes entre perspectivas cognitivas y educativas sobre autorregulación, y Ramos Huacho et al. (2025) sintetizan investigaciones recientes sobre estrategias metacognitivas. En el aula, las preguntas metacognitivas funcionan mejor cuando se vinculan con una tarea concreta: qué parte comprendí, qué evidencia tengo, dónde cometí el error, qué estrategia usaré en el siguiente intento. La reflexión genérica sobre “cómo aprendo” tiene menos valor que el monitoreo apoyado en evidencias del desempeño real.

Autorregulación y rendimiento académico

La autorregulación del aprendizaje integra metas, estrategias, monitoreo, manejo del tiempo y ajuste de la conducta. Zhao et al. (2025) encontraron una asociación positiva entre estrategias de aprendizaje autorregulado y rendimiento en contextos en línea y combinados, mientras que Zheng y Sun (2025) reportaron relaciones favorables en educación médica de grado y posgrado. Estas asociaciones no implican que pedir al estudiante “organizarse mejor” sea suficiente. La autorregulación se desarrolla mediante modelado, práctica guiada, herramientas externas y retirada gradual del apoyo. Un docente puede mostrar cómo descomponer una tarea extensa, estimar tiempos, seleccionar una estrategia, comprobar comprensión y revisar el plan. El objetivo final es que el estudiante internalice progresivamente estos procedimientos y pueda transferirlos a tareas nuevas sin depender permanentemente de instrucciones externas.

Procrastinación: conducta, contexto y estrategia

La procrastinación académica no debería explicarse únicamente como falta de voluntad. Puede relacionarse con aversión a la tarea, dificultad para estimar tiempos, expectativas bajas de éxito, regulación emocional y disponibilidad permanente de alternativas más gratificantes. Turner y Hodis (2023) revisaron intervenciones dirigidas a reducir la procrastinación y señalaron implicaciones para actuaciones en el aula, mientras que Suárez Perdomo y Ruiz Alfonso (2024) sintetizaron intervenciones en universitarios. Una respuesta pedagógica útil puede incluir hitos intermedios, fechas parciales, criterios explícitos y oportunidades de seguimiento. Estas medidas no eliminan la responsabilidad del estudiante; hacen visible una estructura temporal que puede aprender a gestionar. El objetivo es pasar de una regulación externa intensa a una planificación cada vez más autónoma y verificable.

Neurofeedback y autorregulación: una evidencia emergente

El neurofeedback representa una aplicación emergente en la que la actividad fisiológica o neural se utiliza como señal para entrenar procesos de autorregulación. Barrón Adame et al. (2026), en un estudio con universitarios publicado en NeuroData, examinaron su relación con autorregulación cognitiva, atención sostenida y estrés académico. Este tipo de evidencia resulta pertinente para ampliar el panorama del capítulo, pero debe interpretarse sin convertir una tecnología específica en solución general. La autorregulación académica sigue dependiendo de metas, estrategias, práctica, retroalimentación y contexto. Además, las intervenciones neurotecnológicas plantean preguntas sobre acceso, validez, privacidad y transferencia de los cambios entrenados a tareas auténticas. Antes de adoptar una herramienta, las instituciones deberían exigir evidencia de beneficio educativo, protocolos claros y protección de datos.

Funciones ejecutivas, actividad física y contexto

Las funciones ejecutivas también se estudian en relación con experiencias que exceden la instrucción académica directa. Mao et al. (2024) encontraron, en una revisión sistemática y metaanálisis, efectos de intervenciones de actividad física cognitivamente exigente sobre funciones ejecutivas en niños y adolescentes. Este hallazgo no autoriza a afirmar que cualquier movimiento mejora automáticamente

el rendimiento ni que la actividad física deba utilizarse solo por sus posibles beneficios cognitivos. Su valor educativo y de salud posee múltiples dimensiones. La implicación más prudente es que el funcionamiento ejecutivo depende del desarrollo y del contexto, y que las escuelas pueden favorecer condiciones generales compatibles con el aprendizaje mediante organización razonable del tiempo, oportunidades de movimiento, descanso y tareas cognitivamente significativas. Estas condiciones complementan, pero no reemplazan, la enseñanza explícita de estrategias de planificación y monitoreo.

Enseñar autorregulación sin delegar la enseñanza

La autorregulación puede convertirse en un concepto problemático cuando se utiliza para explicar el fracaso como responsabilidad exclusiva del estudiante. Pedir que una persona “se organice mejor” no constituye enseñanza de autorregulación. Kim et al. (2023) muestran que el constructo integra procesos cognitivos, motivacionales y educativos; Olid-Luque et al. (2025) revisan programas de aprendizaje autorregulado en educación primaria y permiten observar que estas habilidades pueden ser objeto de intervención. La responsabilidad pedagógica consiste en hacer visibles estrategias que los estudiantes expertos suelen ejecutar de manera implícita.

La planificación puede enseñarse descomponiendo una tarea. Antes de comenzar, el estudiante identifica producto final, criterios, conocimientos necesarios, pasos y tiempo disponible. Durante la ejecución, necesita puntos de control que permitan comparar el desempeño con la meta. Después, requiere una revisión que no se limite a calificar el resultado, sino que examine qué estrategia funcionó y qué debería modificarse. Ramos Huacho et al. (2025) y Xie et al. (2024) respaldan la relevancia de las estrategias metacognitivas, pero su uso educativo exige vincularlas con contenidos concretos. Una lista genérica de “estrategias de estudio” tiene menos valor que aprender cuándo y por qué una estrategia es adecuada para una tarea específica.

El monitoreo requiere datos. Un estudiante puede sentirse preparado después de releer varias veces, pero esa sensación puede no corresponder con su capacidad para recuperar. Por ello, la autorregulación debe incluir comprobaciones: explicar sin consultar, resolver una variante, producir

un ejemplo o responder preguntas acumulativas. Estas acciones generan evidencia para decidir si continuar, cambiar de estrategia o pedir ayuda. El objetivo es mejorar la precisión de la decisión, no alcanzar una introspección perfecta.

La retirada de apoyos constituye el criterio final. En las primeras etapas, el docente puede proporcionar calendarios, preguntas de monitoreo, ejemplos de planificación y recordatorios. Más adelante, el estudiante debe seleccionar y adaptar esas herramientas. Zhao et al. (2025), Hemmler e Ifenthaler (2024) y Zheng y Sun (2025) muestran la relevancia de la autorregulación en contextos con mayor autonomía. Precisamente por ello, la autonomía debe construirse y no presuponerse. Una educación que enseña a aprender no abandona al estudiante: diseña una transición desde regulación externa hacia regulación cada vez más independiente.

Metacognición: precisión del juicio y regulación

La metacognición no consiste simplemente en “pensar sobre el pensamiento”. En educación resulta más útil distinguir entre conocimiento metacognitivo, monitoreo y control. El estudiante necesita estimar qué comprende, detectar errores y decidir qué acción realizar a continuación. Xie et al. (2024) muestran una relación consistente entre metacognición y logro matemático, mientras Händel et al. (2024) analizan longitudinalmente la relación entre metacognición inicial y rendimiento posterior. La dificultad central es que el juicio puede ser inexacto. La familiaridad con un texto puede interpretarse como dominio, y una solución que parece comprensible al verla puede resultar imposible de reconstruir sin apoyo. Por ello, la enseñanza de metacognición necesita apoyarse en evidencias de desempeño: intentar recuperar, explicar sin mirar, resolver una variante y comparar la respuesta con criterios explícitos. La autorregulación mejora cuando el estudiante sustituye impresiones generales —“creo que ya sé”— por información verificable —“puedo explicar, aplicar y detectar mis errores”. Esta transición convierte la metacognición en una práctica observable y enseñable.

Planificación, procrastinación y diseño de condiciones

La procrastinación académica suele describirse como falta de voluntad, pero las revisiones muestran un fenómeno más complejo. Turner y Hodis (2023) y Suárez Perdomo y Ruiz Alfonso (2024) analizan

intervenciones destinadas a reducirla y evidencian la importancia de estrategias que modifican tanto la regulación individual como las condiciones de la tarea. Romero-Méndez y Romero-Méndez (2024) relacionan procrastinación, redes sociales y funciones ejecutivas en adolescentes. Desde el aula, una meta como “estudiar para el examen” ofrece poca estructura regulatoria; en cambio, una secuencia que especifica qué recuperar, durante cuánto tiempo y cómo comprobar el resultado reduce decisiones ambiguas. Dividir tareas extensas, establecer hitos, anticipar distractores y utilizar retroalimentación intermedia permite que la regulación se apoye en el diseño. Esto es especialmente importante porque exigir autonomía antes de enseñarla puede aumentar desigualdades: los estudiantes con estrategias previas se adaptan, mientras quienes no las poseen reciben menos orientación precisamente cuando más la necesitan.

Autorregulación en entornos presenciales, híbridos y en línea

La autorregulación adquiere mayor importancia cuando el estudiante controla tiempo, secuencia y ritmo de trabajo. Zhao et al. (2025) encuentran asociaciones entre estrategias de aprendizaje autorregulado y rendimiento en entornos en línea e híbridos; Zheng y Sun (2025) muestran resultados convergentes en educación médica, y Hemmler e Ifenthaler (2024) sintetizan evidencia en educación continua. Estas investigaciones no implican que la responsabilidad deba trasladarse por completo al estudiante. Cuanto mayor es la autonomía requerida, más importante resulta hacer visibles las estrategias que permiten ejercerla. Un curso digital puede incluir metas semanales, recordatorios de recuperación, ejemplos de planificación, criterios de autoevaluación y momentos de revisión. La analítica puede apoyar este proceso si informa al estudiante y al docente sin convertir la predicción en etiqueta. La autonomía educativa no significa ausencia de estructura; significa capacidad creciente para utilizar una estructura, evaluarla y finalmente construirla de manera independiente.

De la regulación externa a la autonomía académica

La autorregulación se desarrolla dentro de sistemas de regulación compartida. En los primeros momentos de una tarea compleja, gran parte de la organización proviene del docente: define la meta, secuencia pasos, establece tiempos y ofrece criterios. Con el progreso, algunas de estas decisiones

pueden transferirse al estudiante. Kim et al. (2023) permiten comprender la autorregulación como un proceso que integra cognición, motivación y contexto; Olid-Luque et al. (2025) muestran que los programas dirigidos a estas habilidades pueden implementarse desde etapas tempranas. La autonomía no aparece por retirar estructura, sino por enseñar a utilizarla y luego disminuirla de manera deliberada.

Un mecanismo útil consiste en externalizar temporalmente procesos que más adelante deberán ser internos. Una lista de comprobación puede recordar al estudiante que defina meta, identifique recursos, estime tiempo y revise errores. Un ejemplo de planificación puede mostrar cómo dividir un proyecto. Un registro de recuperación puede ayudar a comparar sensación de dominio con desempeño real. Estas herramientas no son fines en sí mismas. Deben desaparecer o simplificarse cuando el estudiante ya puede ejecutar la operación sin apoyo.

La regulación también incluye decidir cuándo pedir ayuda. Solicitarla demasiado pronto puede impedir el esfuerzo productivo; solicitarla demasiado tarde puede mantener al estudiante bloqueado. Enseñar criterios de ayuda implica diferenciar una dificultad que merece un nuevo intento de una dificultad que exige información adicional. En entornos digitales, esta competencia resulta especialmente importante porque las respuestas están disponibles de inmediato. Zhao et al. (2025) y Hemmler e Ifenthaler (2024) muestran la relevancia de estrategias autorreguladas cuando aumenta el control del aprendiz sobre tiempo y secuencia.

La evidencia de autonomía debe observarse en tareas auténticas. Un estudiante autorregulado no es quien completa una ficha sobre metacognición, sino quien planifica mejor, detecta errores, modifica una estrategia ineficaz y distribuye su esfuerzo de acuerdo con la demanda. El objetivo del capítulo, por tanto, no es añadir una nueva responsabilidad al estudiante, sino mostrar cómo la enseñanza puede construir gradualmente las condiciones para que esa responsabilidad sea ejercida con herramientas reales.

Criterio de cierre del capítulo: autonomía enseñada

La autonomía académica es un resultado de aprendizaje y no una condición que pueda presuponerse.

Planificar, monitorear, regular el esfuerzo y decidir cuándo pedir ayuda son operaciones que pueden modelarse, practicarse y transferirse progresivamente al estudiante. Kim et al. (2023), Xie et al. (2024) y Zhao et al. (2025) respaldan la importancia de estos procesos en diferentes entornos. La enseñanza debe evitar dos extremos: controlar cada decisión indefinidamente o retirar estructura antes de que existan estrategias para sustituirla. La meta es una transición: primero regulación guiada, después regulación compartida y, finalmente, capacidad creciente para dirigir el propio aprendizaje con criterios verificables.

Conclusiones

Las funciones ejecutivas, la metacognición y el aprendizaje autorregulado constituyen dimensiones fundamentales para comprender cómo el estudiante transforma sus capacidades cognitivas en acciones orientadas hacia objetivos educativos. Saber no siempre significa saber organizarse para utilizar aquello que se sabe. El estudiante necesita mantener metas, administrar distractores, organizar materiales, iniciar tareas, supervisar el progreso, cambiar estrategias y evaluar los resultados. La revisión sistemática desarrollada por Dörrenbächer-Ulrich y Bregulla (2024) muestra que las funciones ejecutivas y el aprendizaje autorregulado mantienen relaciones generalmente bajas o moderadas y que la metacognición puede desempeñar un papel relevante en su interacción. La evidencia disponible también respalda en mayor medida una influencia de las funciones ejecutivas sobre la autorregulación del aprendizaje, aunque todavía existen importantes limitaciones metodológicas y necesidad de investigación longitudinal y experimental. La metacognición añade una dimensión fundamental: el estudiante necesita aprender a observar su propio aprendizaje.

No basta con estudiar. Necesita preguntarse: ¿Está funcionando lo que hago? Esta pregunta permite distinguir horas de estudio de aprendizaje efectivo. La planificación, la gestión del tiempo y la procrastinación representan también dimensiones esenciales. Las revisiones recientes muestran que la procrastinación académica constituye un problema de autorregulación susceptible de intervención, aunque no existe una única estrategia efectiva para todos los estudiantes. El aprendizaje autorregulado adquiere especial relevancia dentro de entornos digitales. El metaanálisis de Zhao et

al. (2025), que integró más de 11.000 estudiantes, identificó una relación positiva entre estrategias autorregulatorias y rendimiento en entornos en línea e híbridos. Sin embargo, la autorregulación no significa abandonar al estudiante. Precisamente lo contrario. En sus primeras etapas necesita: Secuencia: 1) modelado; 2) práctica guiada; 3) apoyo; 4) retroalimentación; 5) autonomía progresiva.

La finalidad educativa consiste en retirar paulatinamente aquello que ya no necesita. La escuela tampoco debería asumir que los estudiantes saben automáticamente: estudiar, organizarse, planificar, monitorear y administrar el tiempo. Estas habilidades pueden enseñarse explícitamente. Por ello, el aporte fundamental de este capítulo puede resumirse de esta manera: Aprender a aprender significa pasar progresivamente de depender de alguien que organiza nuestro aprendizaje a desarrollar la capacidad de planificarlo, supervisarlos, corregirlo y dirigirlo por nosotros mismos. Los capítulos anteriores han explicado cómo el cerebro cambia, cómo la atención y la memoria permiten conservar aprendizajes y cómo las emociones y la motivación influyen en la participación. Este capítulo incorpora una nueva dimensión: el estudiante necesita aprender a dirigir esos procesos. El siguiente capítulo cerrará el recorrido analizando cómo transformar estos conocimientos científicos en decisiones educativas rigurosas, evitando interpretaciones simplificadas sobre el cerebro.

Capítulo

05

Neuroeducación con criterio:
evidencia, neuromitos y decisiones
pedagógicas

Introducción

Durante las últimas décadas, el interés por comprender cómo aprende el cerebro ha aumentado considerablemente dentro del ámbito educativo. Docentes, investigadores, instituciones y responsables de políticas públicas buscan aprovechar los avances de la neurociencia para mejorar la enseñanza, comprender las diferencias entre estudiantes y diseñar experiencias educativas más eficaces. Este interés resulta comprensible. La neurociencia ha permitido ampliar el conocimiento sobre procesos relacionados con la plasticidad cerebral, la atención, la memoria, la emoción, el desarrollo, el sueño, las funciones ejecutivas y otros componentes vinculados con el aprendizaje. Sin embargo, trasladar un descubrimiento científico desde un laboratorio hasta un aula constituye un proceso mucho más complejo de lo que aparentemente podría suponerse. Un hallazgo acerca del funcionamiento de determinada red cerebral no proporciona automáticamente una metodología educativa.

Una imagen obtenida mediante neuroimagen tampoco permite determinar qué estrategia didáctica debe utilizar un docente el lunes a primera hora. Entre: descubrir cómo funciona un proceso cerebral y decidir cómo enseñar determinado contenido existe una distancia que necesita ser recorrida mediante conocimientos procedentes de diferentes disciplinas. Esta idea resulta fundamental para comprender qué puede aportar verdaderamente la neurociencia a la educación. La neuroeducación no debería consistir en trasladar directamente afirmaciones neurológicas al aula, sino en construir un diálogo entre: neurociencia + psicología cognitiva + ciencias de la educación + experiencia docente + contexto. Pradeep et al. (2024) señalan precisamente que la neuroeducación pretende integrar conocimientos sobre procesos neurales con la comprensión educativa del aprendizaje, pero advierten que las interpretaciones reduccionistas pueden conducir a aplicaciones incorrectas.

La actividad cerebral constituye una dimensión del aprendizaje, pero no explica por sí sola la complejidad de una experiencia educativa. Segura Delgado y Ramírez Bahena (2026), en una revisión sistemática sobre formación docente en neuroeducación, sostienen que la finalidad de incorporar estos conocimientos en la preparación profesional no consiste en convertir a los profesores en

neurocientíficos. El propósito consiste en fortalecer su capacidad para comprender principios relevantes sobre aprendizaje, analizar críticamente afirmaciones educativas y utilizarlos de manera prudente dentro de la práctica pedagógica. Esta necesidad resulta particularmente importante porque el creciente interés por el cerebro ha estado acompañado por la difusión de numerosas afirmaciones incorrectas. Algunas son ampliamente conocidas:

- utilizamos únicamente el 10 % del cerebro;
- existen estudiantes de hemisferio izquierdo y derecho;
- cada estudiante posee un estilo de aprendizaje visual, auditivo o cinestésico y que determinados ejercicios coordinan los hemisferios y aumentan el aprendizaje;
- escuchar música específica incrementa automáticamente la inteligencia;
- cuanto más estimulado está el cerebro, más aprende.

Estas ideas suelen denominarse neuromitos. Los neuromitos son creencias incorrectas sobre el cerebro y su relación con el aprendizaje que frecuentemente surgen de la simplificación, interpretación incorrecta o extrapolación de conocimientos científicos. Es importante distinguirlos de otros mitos educativos o concepciones pedagógicas incorrectas que, aunque carecen de respaldo suficiente, no necesariamente se fundamentan en una interpretación errónea del funcionamiento cerebral. Su persistencia continúa siendo considerable. Bei et al. (2024) investigaron a 820 docentes italianos y encontraron que, aunque los participantes identificaban correctamente una proporción importante de afirmaciones científicas, continuaban existiendo errores relacionados tanto con conocimientos generales como con condiciones del neurodesarrollo. Los investigadores encontraron además que acceder con mayor frecuencia a información relevante sobre el cerebro se relacionaba con menor aceptación de determinados neuromitos.

Tsang et al. (2024), en docentes de educación inclusiva de Hong Kong, encontraron una prevalencia relativamente menor de neuromitos que la observada en otros estudios, pero también comprobaron que el conocimiento general sobre el cerebro se relacionaba con la aceptación de estas creencias. El estrés laboral apareció además como una barrera relevante para que los docentes accedieran

a información neurocientífica y prácticas basadas en evidencia. En Ecuador, el problema adquiere especial relevancia. Zambrano et al. (2025) analizaron a 2.193 docentes ecuatorianos y encontraron que los participantes aceptaban, en promedio, 61,94 % de los neuromitos evaluados y 60,69 % de las concepciones incorrectas sobre aprendizaje e instrucción.

Entre las creencias más frecuentes aparecieron las inteligencias múltiples, la dominancia cerebral izquierda/derecha, los estilos de aprendizaje, los “nativos digitales”, la pirámide del aprendizaje y determinadas interpretaciones del aprendizaje por descubrimiento. Estos resultados plantean un desafío central para la formación docente contemporánea: no basta con enseñar información verdadera sobre el cerebro; también necesitamos aprender a reconocer información aparentemente científica que no posee suficiente respaldo. Este capítulo desarrolla precisamente esa tarea. Su propósito no consiste en desacreditar la neurociencia aplicada a la educación. Por el contrario. Busca fortalecerla mediante una utilización más rigurosa. La pregunta que orientará el capítulo será: ¿Cómo podemos utilizar conocimientos sobre el cerebro y el aprendizaje para mejorar la educación sin convertirlos en recetas, etiquetas o neuromitos?

Objetivos del capítulo

Objetivo general

Analizar críticamente la relación entre neurociencia y educación, identificando aportes científicamente fundamentados para la práctica docente, los principales neuromitos educativos y criterios que permitan distinguir entre evidencia, interpretación pedagógica y afirmaciones pseudocientíficas.

Objetivos específicos

- Comprender qué puede aportar la neurociencia al conocimiento educativo.
- Reconocer los límites de una traducción directa entre hallazgos cerebrales y prácticas docentes.
- Diferenciar neurociencia, neuroeducación y pedagogía.
- Comprender el concepto de neuromito. Analizar por qué los neuromitos resultan atractivos y persisten entre profesionales de la educación.

- Identificar neuromitos frecuentes relacionados con atención, memoria, inteligencia y aprendizaje.
- Analizar críticamente la teoría de los estilos de aprendizaje.
- Examinar la interpretación educativa de las inteligencias múltiples.
- Cuestionar la clasificación entre estudiantes de cerebro izquierdo y derecho.
- Analizar afirmaciones relacionadas con el uso del 10 % del cerebro.
- Reconocer los riesgos del denominado neurocentrismo educativo.
- Comprender la diferencia entre correlación cerebral y recomendación pedagógica.
- Analizar criterios para valorar la calidad de una afirmación educativa.
- Promover decisiones pedagógicas informadas por evidencia.
- Fortalecer una cultura docente de pensamiento crítico y actualización profesional.

¿Qué es la neuroeducación? La neuroeducación puede entenderse como un campo interdisciplinario que intenta establecer relaciones entre conocimientos procedentes de la neurociencia, la psicología y las ciencias de la educación. Su propósito no consiste en reemplazar la pedagogía. Tampoco pretende convertir cada decisión educativa en una decisión neurobiológica. Busca ampliar la comprensión de determinados procesos relevantes para el aprendizaje. Entre ellos pueden encontrarse: plasticidad cerebral, atención, memoria, percepción, emoción, desarrollo y funciones ejecutivas. Esta idea adquiere mayor valor cuando se traduce en decisiones observables dentro del aula. El docente puede definir con claridad el propósito, anticipar dificultades, proporcionar apoyos proporcionados y recoger evidencia del desempeño antes de modificar la estrategia. Así, la intervención se mantiene vinculada con el aprendizaje real del estudiante y evita convertir un principio general en una receta aplicable de manera automática a cualquier contexto.

- sueño. Pradeep et al. (2024) sostienen que la neuroeducación puede proporcionar una perspectiva integradora sobre las dinámicas neuronales asociadas con enseñanza y aprendizaje, pero subrayan que estos conocimientos deben interpretarse dentro de contextos pedagógicos más amplios.

Segura Delgado y Ramírez Bahena (2026) también destacan que la formación docente en neuroeducación necesita integrar fundamentos científicos con aplicaciones pedagógicas contextualizadas y evitar que el conocimiento cerebral se convierta simplemente en información teórica sin relación con la práctica. Por ello, podemos representar la neuroeducación como un espacio de interacción: NEUROCIENCIA: ¿Qué ocurre en el sistema nervioso? PSICOLOGÍA COGNITIVA: ¿Cómo pensamos, recordamos, atendemos y aprendemos? EDUCACIÓN: ¿Cómo diseñamos experiencias para alcanzar determinados objetivos de aprendizaje? La respuesta educativa más sólida aparece cuando estas dimensiones dialogan. Lo que la neurociencia puede aportar: La neurociencia puede ayudarnos a comprender principios generales. Por ejemplo: El cerebro posee plasticidad.

Esto ayuda a comprender que las capacidades no son completamente rígidas. La atención posee limitaciones. Esto respalda la necesidad de diseñar materiales que no saturen innecesariamente al estudiante. La memoria necesita consolidación. Esto ayuda a comprender el valor de volver a utilizar conocimientos después de la experiencia inicial. El sueño participa en la consolidación. Esto ayuda a cuestionar estrategias de estudio basadas sistemáticamente en privación de sueño. Las funciones ejecutivas continúan desarrollándose. Esto permite comprender que planificación y autorregulación también necesitan apoyo y enseñanza. Estos conocimientos pueden orientar la reflexión pedagógica. Sin embargo, existe una diferencia entre un principio científico y una estrategia educativa concreta.

Tabla 5.1

Del conocimiento científico a la decisión pedagógica:

Evidencia o principio	Interpretación prudente	Posible decisión educativa	
La atención es limitada	No toda información puede procesarse simultáneamente	Reducir	elementos irrelevantes
La memoria necesita recuperación	Volver a acceder a la información puede fortalecerla	Incorporar	preguntas acumulativas
La plasticidad continúa	Las capacidades pueden desarrollarse	Evitar	etiquetas deterministas
El sueño participa en consolidación	Descansar forma parte del aprendizaje	Evitar promover	estudio nocturno crónico

Evidencia o principio	Interpretación prudente	Posible decisión educativa
Las funciones ejecutivas se desarrollan progresivamente	Organización y planificación pueden necesitar apoyo	Utilizar andamiajes y retirarlos gradualmente
El conocimiento previo influye	Lo nuevo se interpreta desde lo conocido	Activar conocimientos anteriores
La emoción interactúa con atención y motivación	El clima emocional importa	Evitar humillación y amenazas innecesarias

Lo que la neurociencia no puede decidir sola: La neurociencia no puede determinar por sí misma: qué currículo debería estudiar una sociedad, qué valores debería promover la educación, qué textos debe leer una clase, qué modelo de convivencia debe utilizar una institución, qué problemas sociales deben priorizarse y qué metodología funcionará necesariamente con cada estudiante. Estas decisiones requieren conocimientos pedagógicos, culturales, éticos y sociales. Por ejemplo: Saber que la memoria mejora mediante recuperación no determina: qué contenido merece ser recordado. Esa decisión pertenece al currículo. Saber que el cerebro adolescente posee elevada plasticidad tampoco determina: cómo debe enseñarse Historia. La pedagogía continúa siendo necesaria. Del laboratorio al aula: una traducción compleja: Imaginemos que una investigación encuentra mayor actividad en determinada región cerebral durante una tarea matemática.

¿Significa eso que el profesor debe diseñar una actividad para “activar esa región”? No. La activación indica participación de determinados sistemas en una tarea. No constituye una recomendación didáctica. Este error puede denominarse: neuroreduccionismo. Consiste en explicar un fenómeno complejo únicamente mediante su dimensión cerebral. La educación ocurre simultáneamente en distintos niveles: Nivel biológico: Actividad del sistema nervioso. Nivel cognitivo: Atención, memoria, razonamiento. Nivel individual: Conocimientos, motivación, estrategias. Nivel social: Relaciones, compañeros, familia. Nivel pedagógico: Currículo, enseñanza, evaluación. Nivel cultural: Normas, valores, contexto. Una explicación completa necesita considerar varios niveles. El cerebro aprende, pero también aprende la persona: Decir: “El cerebro aprende” es una simplificación útil. En realidad, aprende una persona.

La persona posee: cerebro, cuerpo, historia, emociones, relaciones, cultura, lenguaje y oportunidades. Por eso, la educación no puede reducirse a manipular mecanismos neuronales.

Necesita comprender al estudiante integralmente. ¿Qué es un neuromito? Un neuromito puede definirse como una interpretación incorrecta acerca del funcionamiento cerebral que generalmente surge de la simplificación, distorsión o extrapolación de hallazgos científicos. Algunos contienen una pequeña base real. Eso los hace especialmente convincentes. Por ejemplo: Hecho real: Los hemisferios cerebrales presentan determinadas especializaciones. Distorsión: Las personas son “de hemisferio izquierdo” o “de hemisferio derecho”. Aplicación incorrecta: Hay que enseñar lógica a estudiantes izquierdos y creatividad a estudiantes derechos. El mito no surge completamente de la nada. Surge de llevar demasiado lejos una observación verdadera.

¿Por qué los neuromitos son atractivos? Los neuromitos suelen presentar varias características. Son simples: Transforman problemas complejos en explicaciones sencillas. Parecen científicos: Utilizan palabras como: neurona, cerebro, hemisferio, sinapsis, dopamina y plasticidad. Ofrecen soluciones claras: “Identifique el estilo y enseñe así.” Son fáciles de recordar: “Solo usamos el 10 %.” Se repiten constantemente: Libros, cursos, redes sociales y capacitaciones pueden reforzarlos. Rousseau (2024) destaca que la persistencia de estas creencias constituye un obstáculo importante para la traducción responsable de la neurociencia a la educación y analiza diferentes estrategias utilizadas para corregirlas mediante formación profesional. Neuromitos en docentes: un problema internacional: La evidencia reciente demuestra que los neuromitos continúan presentes en diferentes países.

Bei et al. (2024) evaluaron a 820 docentes italianos y encontraron persistencia de creencias incorrectas tanto generales como relacionadas con neurodesarrollo. Tsang et al. (2024) encontraron neuromitos también entre docentes de educación inclusiva en Hong Kong, aunque en niveles relativamente inferiores a otros contextos. Williams et al. (2025), al estudiar 524 profesionales de educación inicial, encontraron actitudes muy positivas hacia la neurociencia, pero también creencias extendidas en varios neuromitos y una percepción insuficiente de formación científica inicial. Estos resultados revelan una paradoja: tener interés por el cerebro no garantiza comprenderlo correctamente. Neuromitos en Ecuador: El estudio de Zambrano et al. (2025) resulta especialmente relevante para este libro. Los investigadores encuestaron a 2.193 docentes ecuatorianos en ejercicio. En promedio:

- respondieron correctamente 59,60 % de preguntas generales sobre el cerebro;

- aceptaron 61,94 % de neuromitos;
- aceptaron 60,69 % de concepciones incorrectas sobre aprendizaje e instrucción.

Entre estas concepciones pueden distinguirse neuromitos propiamente dichos, como la dominancia hemisférica o la interpretación rígida de los estilos de aprendizaje, y otros mitos o concepciones educativas incorrectas, como la idea de los “nativos digitales” o la denominada pirámide del aprendizaje. Aunque ambos grupos pueden influir negativamente en la práctica docente, no todas las creencias educativas erróneas constituyen neuromitos en sentido estricto. Un resultado especialmente llamativo fue que una mayor formación previa en neurociencia educativa no necesariamente se relacionó con menor aceptación de neuromitos. Este resultado muestra algo fundamental: una capacitación incorrectamente diseñada puede enseñar vocabulario neurocientífico sin enseñar pensamiento científico.

Tabla 5.2

Neuromitos frecuentes:

Creencia	Clasificación	Qué sabemos
Solo usamos el 10 % del cerebro	Neuromito	Las diferentes regiones participan en múltiples actividades
Cerebro izquierdo/derecho	Neuromito	Las actividades complejas dependen de redes distribuidas
Estilos de aprendizaje fijos	Neuromito educativo	Las preferencias no justifican adaptar toda la enseñanza a una modalidad
Inteligencias múltiples como módulos cerebrales	Neuromito	No existe respaldo para tratarlas como sistemas cerebrales independientes
Nativos digitales	Mito educativo/digital	Haber nacido en una determinada generación no garantiza competencia digital
Pirámide del aprendizaje	Mito educativo	Los porcentajes atribuidos a distintas formas de aprendizaje carecen de fundamento universal

Mito 1. Solo utilizamos el 10 % del cerebro: Este probablemente sea uno de los neuromitos más conocidos. La afirmación sostiene: “Solo utilizamos el 10 % de nuestro cerebro.” No existe evidencia científica que respalde esta idea. Las técnicas de neuroimagen muestran que diferentes regiones

cerebrales participan en distintas tareas. Incluso durante el descanso existen redes activas. Que no todas las regiones presenten máxima actividad simultánea no significa que el resto esté inutilizado. La consecuencia educativa es sencilla: no necesitamos actividades destinadas a: “activar el 90 % restante”. Mito 2. Cerebro izquierdo y cerebro derecho: Los hemisferios cerebrales presentan ciertas diferencias funcionales. Esto es real. Sin embargo, esta observación fue transformada popularmente en: Personas de hemisferio izquierdo:

- lógicas;
- matemáticas;
- analíticas.

La etiqueta «personas de hemisferio derecho»

- creativas;
- artísticas;
- intuitivas.

Esta clasificación no representa adecuadamente el funcionamiento cerebral. Leer, escribir, resolver problemas y crear dependen de redes distribuidas que implican interacción entre múltiples regiones. Por ello, no tiene fundamento clasificar estudiantes según una supuesta dominancia hemisférica para decidir cómo enseñarles. La persistencia de esta creencia también apareció en la investigación ecuatoriana de Zambrano et al. (2025). Mito 3. Estilos de aprendizaje: Una de las creencias educativas más difundidas sostiene que existen estudiantes: • visuales; • auditivos; • cinestésicos; y que cada estudiante aprenderá mejor si toda la enseñanza se adapta a su modalidad preferida. Existe una parte razonable: las personas pueden tener preferencias. Un estudiante puede disfrutar más un video. Otro puede preferir leer. Pero: preferir una modalidad no significa aprender mejor exclusivamente mediante ella.

La representación adecuada depende principalmente del contenido. Para enseñar pronunciación: necesitamos sonido. Para enseñar un mapa: necesitamos representación espacial. Para aprender una

habilidad motora: necesitamos práctica física. Por ello: la modalidad debe adaptarse al contenido, no convertir al estudiante en una etiqueta. El estudio ecuatoriano de 2025 identificó precisamente los estilos de aprendizaje entre las concepciones ampliamente aceptadas por docentes. Mito 4. Inteligencias múltiples como explicación neurocientífica: La concepción problemática aparece cuando las inteligencias múltiples se interpretan como sistemas cerebrales independientes o como perfiles neurobiológicos fijos. La propuesta de inteligencias múltiples ha tenido enorme influencia educativa. Puede resultar pedagógicamente útil como recordatorio de que las personas muestran fortalezas diferentes. El problema aparece cuando se convierte en una afirmación neurocientífica.

Por ejemplo: “Este estudiante tiene inteligencia musical y utiliza una región cerebral diferente para aprender.” o: “Debemos identificar su inteligencia dominante y enseñarle mediante ella.” La investigación contemporánea no respalda una correspondencia sencilla entre las categorías de inteligencias múltiples y sistemas cerebrales independientes. Zambrano et al. (2025) encontraron que la creencia en inteligencias múltiples era una de las concepciones más extendidas entre los docentes ecuatorianos participantes. Esto no significa negar las diferencias individuales. Significa evitar convertir una teoría educativa en una clasificación neurobiológica sin evidencia suficiente. Mito educativo 5. La pirámide del aprendizaje: Otra afirmación ampliamente difundida presenta porcentajes como: “Recordamos: 10 % de lo que leemos, 20 % de lo que escuchamos, 30 % de lo que vemos, 90 % de lo que enseñamos.” Estos porcentajes suelen presentarse como resultados científicos.

Sin embargo, no existe una base experimental sólida que justifique esa distribución universal. La cantidad aprendida depende de: contenido, conocimientos previos, atención, estrategias, práctica, recuperación, dificultad y tiempo. Una fórmula porcentual universal resulta incompatible con esta complejidad. Mito educativo 6. Nativos digitales: Existe una idea según la cual los estudiantes nacidos en determinadas generaciones poseen naturalmente habilidades digitales superiores. Saber utilizar redes sociales o teléfonos no significa automáticamente saber: investigar, evaluar fuentes, proteger privacidad, utilizar programas informáticos profesionales, aprender en línea y distinguir información verdadera. La competencia digital necesita enseñanza. El estudio ecuatoriano de Zambrano et al.

(2025) identificó también la creencia en los llamados “nativos digitales” entre las concepciones pedagógicas frecuentes. Mito 7. Cuanto más enriquecido el ambiente, más inteligente el cerebro: La estimulación y las experiencias son importantes para el desarrollo.

Pero esta afirmación puede transformarse en: “Mientras más sonidos, colores, juguetes, actividades y estímulos reciba un niño, mejor se desarrollará su cerebro.” Esto no se desprende de la evidencia. El cerebro necesita experiencias relevantes. No estimulación ilimitada. Un entorno excesivamente saturado puede competir por atención. La calidad de las interacciones importa más que una acumulación indiscriminada de estímulos. Mito 8. Todo lo que produce dopamina mejora el aprendizaje: La palabra dopamina aparece cada vez más en discursos educativos. Se afirma: “Este juego libera dopamina.” “Hay que enseñar con dopamina.” La dopamina participa en múltiples procesos cerebrales, entre ellos mecanismos relacionados con motivación, aprendizaje y recompensa. Pero convertirla en: dopamina = diversión = aprendizaje es una simplificación. Una actividad puede ser gratificante y producir poco aprendizaje académico. El objetivo educativo continúa siendo: qué procesa, recuerda y utiliza el estudiante.

Mito 9. Si algo cambia el cerebro, entonces funciona: Una estrategia educativa puede presentarse diciendo: “Está demostrado que cambia el cerebro.” Pero prácticamente cualquier experiencia sostenida puede asociarse con cambios cerebrales. Eso no demuestra automáticamente que la estrategia: produzca mejores aprendizajes, sea superior a otra, justifique su costo y funcione con todos los estudiantes. La pregunta relevante es: ¿Mejora el resultado educativo que queremos conseguir? Neuroimagen: poderosa, pero fácil de malinterpretar: Las imágenes cerebrales resultan visualmente atractivas. Una región coloreada puede parecer una prueba definitiva. Sin embargo, una imagen de neuroimagen: necesita análisis estadístico, representa diferencias en determinados indicadores, depende del diseño experimental y no muestra “pensamientos” directamente. Por ello, debemos evitar argumentos como: “Este método funciona porque esta región se ilumina.” Activación no equivale automáticamente a eficacia educativa.

Tabla 5.3

Señales de alerta ante afirmaciones “neuroeducativas”:

Señal	Pregunta crítica
“Activa el cerebro”	¿Qué significa exactamente activar?
“Científicamente probado”	¿Dónde está publicado?
“Funciona para todos”	¿Qué población fue estudiada?
“Mejora 80 % el aprendizaje”	¿Cómo se midió?
“Estimula ambos hemisferios”	¿Por qué sería educativo eso?
“Aumenta dopamina”	¿Cómo se relaciona con el objetivo de aprendizaje?
“Basado en neurociencia”	¿Qué evidencia concreta lo respalda?
“Descubre tu tipo cerebral”	¿Existe validación científica?
Prueba comercial	¿Posee confiabilidad y validez?

El problema de agregar “neuro” a cualquier estrategia: Actualmente pueden encontrarse expresiones como: neurodidáctica, neurolectura, neuroventas, neurocoaching, neuroescritura y neurogimnasia. El prefijo neuro no constituye una garantía científica. Una estrategia puede ser pedagógicamente útil sin necesitar una explicación cerebral. Por ejemplo: hacer preguntas puede ser efectivo. No necesitamos afirmar: “las preguntas activan determinada zona y crean nuevas conexiones” para justificarlo. Basta con evidencia educativa que demuestre que la estrategia mejora la recuperación, comprensión o transferencia. Evidencia cerebral no siempre es necesaria: Este punto es importante. Una estrategia educativa puede ser excelente aunque nunca haya sido estudiada mediante resonancia magnética. Si múltiples ensayos educativos muestran que mejora aprendizaje, eso constituye evidencia relevante. La neuroimagen podría posteriormente ayudar a comprender mecanismos. Pero no vuelve automáticamente más válida una estrategia. Jerarquía práctica de preguntas: Antes de preguntar: ¿Qué ocurre en el cerebro? conviene preguntar:

1. ¿Aprenden más?
2. ¿Recuerdan mejor?
3. ¿Pueden aplicarlo?
4. ¿Funciona en diferentes contextos?
5. ¿Qué estudiantes se benefician?
6. ¿Tiene efectos adversos?

7. ¿Es viable?

Después puede resultar interesante comprender mecanismos neurales. Correlación no significa causalidad: Este principio científico es fundamental. Supongamos que un estudio encuentra: estudiantes con mayor rendimiento presentan determinada característica cerebral. No podemos concluir automáticamente: si modificamos esa característica, aumentará el rendimiento. También podría ocurrir que:

- el aprendizaje haya modificado el cerebro;
- ambos dependan de otra variable;
- exista una relación bidireccional.

La causalidad requiere diseños adecuados. Tamaño de efecto: Otra habilidad importante consiste en distinguir entre la existencia estadística de un efecto y su magnitud o relevancia educativa. En muestras muy grandes puede detectarse una diferencia estadísticamente significativa pero pequeña. Por ello, al valorar intervenciones necesitamos preguntar:

- ¿qué magnitud tiene el efecto?
- ¿es consistente?
- ¿se mantiene?
- ¿se transfiere?

No solamente: ¿ $p < .05$? Una investigación no constituye toda la evidencia: Una noticia puede afirmar: “Científicos descubren que...” Pero un único estudio raramente cierra una pregunta. La ciencia avanza mediante acumulación. Por ello resultan especialmente útiles: revisiones sistemáticas, metaanálisis, replicaciones y ensayos controlados. Estos métodos permiten examinar múltiples estudios.

Tabla 5.4

Fuentes de evidencia y precauciones:

Fuente	Utilidad	Precaución
Opinión experta	Genera hipótesis y orientación	Puede contener sesgos

Fuente	Utilidad	Precaución
Estudio individual	Aporta evidencia específica	Puede no replicarse
Estudio observacional	Identifica asociaciones	No demuestra causalidad
Experimento	Puede evaluar causalidad	Depende del diseño
Revisión sistemática	Integra estudios	Depende de calidad incluida
Metaanálisis	Estima efecto conjunto	Heterogeneidad y sesgo de publicación
Consenso científico	Integra múltiples líneas	Puede actualizarse

Pensamiento crítico docente: El docente no necesita leer cada artículo científico publicado. Pero puede desarrollar preguntas críticas básicas. Antes de incorporar una estrategia: ¿Qué afirma? Necesitamos una afirmación precisa. ¿Qué evidencia presenta? No basta con testimonios. ¿Quién realizó el estudio? Evaluar fuente. ¿Con qué estudiantes? Edad y contexto importan. ¿Qué compararon? Una estrategia puede parecer efectiva porque no existe grupo adecuado de comparación. Una lectura crítica requiere atender al diseño del estudio, la población analizada, el tamaño del efecto, las limitaciones y la posibilidad de replicación, en lugar de aceptar una afirmación por su lenguaje técnico. Esta práctica protege al docente frente a recomendaciones atractivas pero poco fundamentadas y facilita seleccionar estrategias cuyo valor educativo pueda observarse y discutirse con criterios explícitos.

¿Cómo midieron aprendizaje? Satisfacción no es lo mismo que aprendizaje. ¿Cuánto duró el efecto? Una mejora inmediata puede desaparecer. Fuentes confiables: Para buscar información educativa conviene priorizar: artículos científicos revisados por pares, revisiones sistemáticas, metaanálisis, universidades, asociaciones científicas reconocidas y organismos internacionales. Y utilizar con mayor cautela: publicaciones sin referencias, creadores de contenido, cursos comerciales, testimonios y infografías virales. No porque todo contenido de redes sea incorrecto. Sino porque necesita verificación. Formación docente: enseñar a refutar, no solo informar: Rousseau (2024) revisó diferentes intervenciones destinadas a reducir neuromitos entre docentes en ejercicio. Entre ellas se encuentran:

- textos de refutación;
- formación básica en neurociencia;

- reflexión sobre conceptos;
- experiencias con grupos de investigación. El autor destaca que corregir una creencia no siempre es sencillo, porque los neuromitos pueden estar integrados profundamente en la experiencia profesional del docente.

Esto significa que una buena capacitación no debería simplemente decir: “Esto es falso”. Puede utilizar tres pasos: 1. Presentar el mito “Los estudiantes poseen estilos de aprendizaje.” 2. Explicar por qué parece plausible Existen preferencias individuales. 3. Presentar la corrección Las preferencias no demuestran que adaptar la enseñanza al estilo produzca mejores aprendizajes. Esta estructura ayuda a reemplazar la explicación. Conocer más del cerebro no garantiza creer menos mitos: Este resultado resulta particularmente interesante. Zambrano et al. (2025) encontraron que un mayor conocimiento general del cerebro se asociaba con menor aceptación de determinadas concepciones pedagógicas incorrectas, pero también, paradójicamente, con mayor aceptación de algunos neuromitos. Esto demuestra que memorizar términos neurocientíficos no es suficiente.

Una persona puede saber: qué es una neurona, qué es una sinapsis, dónde se encuentra el hipocampo y todavía aceptar afirmaciones equivocadas. Por ello, la formación necesita incluir: conocimiento + pensamiento crítico + evaluación de evidencia. Del neuromito a la alternativa pedagógica: Eliminar una práctica sin ofrecer alternativa puede generar resistencia. Por ejemplo: En lugar de estilos de aprendizaje: Utilizar representaciones adecuadas al contenido y combinar modalidades cuando se complementen. En lugar de cerebro izquierdo/derecho: Reconocer fortalezas individuales sin atribuirles a dominancia hemisférica. En lugar de pirámide del aprendizaje: Utilizar estrategias respaldadas como recuperación, práctica distribuida, explicación y aplicación. En lugar de “activar más el cerebro”: Diseñar actividades que exijan procesamiento relevante.

Tabla 5.5

Mitos y simplificaciones frecuentes: síntesis crítica y alternativa pedagógica:

Mito	Problema	Alternativa
Enseñar según estilo VAK	Etiqueta al estudiante	Seleccionar modalidad según contenido

Mito	Problema	Alternativa
Cerebro izquierdo/derecho	Simplifica funciones complejas	Reconocer perfiles individuales
10 % del cerebro	Falsa interpretación	Comprender redes distribuidas
Pirámide del aprendizaje	Porcentajes sin respaldo	Utilizar evidencia específica
Más estímulos = más aprendizaje	Puede aumentar sobrecarga	Priorizar información relevante
Inteligencias múltiples como módulos cerebrales	Falta respaldo neurobiológico	Reconocer fortalezas sin etiquetar
Nativos digitales	Confunde uso con competencia	Enseñar alfabetización digital
Gamificación siempre motiva	Motivación no es automática	Diseñar actividades alineadas al aprendizaje

Enseñanza basada en evidencia: Una enseñanza informada por evidencia no significa seguir mecánicamente investigaciones. El docente necesita integrar tres dimensiones. Mejor evidencia disponible: ¿Qué muestra la investigación? Experiencia profesional: ¿Qué conoce el docente sobre enseñanza? Contexto: ¿Qué necesitan estos estudiantes en esta situación? Podemos añadir una cuarta: Preferencias y necesidades del estudiante: Especialmente cuando existen diferentes opciones igualmente válidas. La evidencia orienta. No reemplaza el juicio profesional. De los principios del libro a la práctica: Los capítulos anteriores permiten construir un conjunto coherente. Capítulo 1: Neuroplasticidad: Principio: el cerebro posee capacidad de cambio. Implicación: evitar expectativas completamente deterministas. Capítulo 2: Atención y memoria: Principio: la información necesita procesamiento y recuperación. Implicación: reducir sobrecarga y volver al contenido. Capítulo 3: Emoción y motivación: Principio: el aprendizaje ocurre dentro de una experiencia emocional. Implicación: crear desafíos con apoyo y sentido. Capítulo 4:

Funciones ejecutivas y autorregulación

Principio: las estrategias de planificación, monitoreo y regulación del aprendizaje pueden enseñarse, practicarse y desarrollarse progresivamente en distintos contextos Implicación: modelar estrategias y retirar apoyos progresivamente. Capítulo 5: Neurociencia crítica: Principio: la evidencia necesita interpretación. Implicación: evitar neuromitos y decisiones basadas únicamente en lenguaje científico.

Tabla 5.6

Principios integradores: síntesis transversal y acción docente:

Principio	Acción docente
El cerebro cambia	Mantener posibilidades de progreso
El conocimiento previo importa	Activarlo
La atención es limitada	Reducir distracciones
La memoria necesita recuperación	Preguntar después
La práctica necesita distribución	Volver al contenido
El error aporta información	Analizarlo
Las emociones importan	Cuidar clima y desafío
La motivación necesita propósito	Mostrar sentido
La autorregulación se aprende	Enseñar estrategias
La evidencia debe evaluarse	Evitar modas y neuromitos

Del “método cerebral” al diseño educativo: No existe un método pedagógico universal basado en el cerebro. Esta afirmación puede parecer decepcionante. Pero constituye una ventaja. Significa que el profesor continúa necesitando diseñar. Ante un objetivo educativo debe preguntar: ¿Qué necesito que aprendan? ¿Qué saben previamente? ¿Qué información necesitan? ¿Cómo la procesarán? ¿Cómo practicarán? ¿Cómo recibirán retroalimentación? ¿Cómo la recuperarán posteriormente? ¿Cómo demostrarán transferencia? Estas preguntas son más útiles que: ¿qué hemisferio vamos a activar? Aplicación práctica: evaluar una propuesta neuroeducativa: Supongamos que una empresa ofrece: “Programa de gimnasia cerebral que integra los hemisferios y mejora memoria, atención y rendimiento escolar en cuatro semanas.” Antes de comprarlo, una institución podría preguntar:

1. ¿Qué significa “integrar hemisferios”?
2. ¿Qué estudios respaldan la afirmación?
3. ¿Existe grupo control?
4. ¿Cuántos estudiantes participaron?
5. ¿Dónde fue publicado?
6. ¿Qué resultados se midieron?
7. ¿Se comparó con ejercicio físico convencional?

8. ¿Los beneficios se mantuvieron?
9. ¿Existen replicaciones independientes?
10. ¿Tiene conflicto de intereses el autor?

Estas preguntas no rechazan automáticamente la propuesta. Simplemente exigen evidencia. Aplicación práctica: estilos de aprendizaje: Situación: Un estudiante dice: “No puedo aprender leyendo porque soy visual”. Una respuesta educativa no debería ser: “Sí, entonces nunca necesitas leer”. Podría ser: “Puede que prefieras imágenes, pero aprenderemos a utilizar diferentes formas de información. Para este contenido combinaremos texto con un esquema y después comprobarás qué puedes recordar.” De esta manera: Una lectura crítica requiere atender al diseño del estudio, la población analizada, el tamaño del efecto, las limitaciones y la posibilidad de replicación, en lugar de aceptar una afirmación por su lenguaje técnico. Esta práctica protege al docente frente a recomendaciones atractivas pero poco fundamentadas y facilita seleccionar estrategias cuyo valor educativo pueda observarse y discutirse con criterios explícitos.

- se reconoce preferencia;
- no se crea una limitación;
- se enseña flexibilidad.

Aplicación práctica: motivación: Situación: Una capacitación afirma: “Para que el cerebro aprenda siempre debemos generar dopamina mediante juegos.” El docente puede preguntar: ¿La evidencia demuestra que todos los aprendizajes necesitan gamificación? No. Puede haber clases: tranquilas, reflexivas, exigentes y que produzcan aprendizajes profundos. La diversión es posible. No obligatoria. Aplicación práctica: neuroplasticidad: Situación: Un cartel dice: “Si lo deseas suficientemente, tu cerebro puede lograr cualquier cosa.” Aunque motivador, es científicamente problemático. Una alternativa sería: “El aprendizaje puede modificar nuestras habilidades, pero el progreso depende de práctica, estrategias, oportunidades, apoyos y características individuales.” Esto conserva esperanza sin negar límites. El riesgo de etiquetar estudiantes: Los neuromitos no solamente producen desperdicio de recursos. También pueden modificar expectativas. Si un profesor etiqueta:

“Es cinestésico.” puede reducir sus oportunidades para desarrollar lectura.

Si etiqueta: “Es de hemisferio derecho.” puede disminuir expectativas matemáticas. Si considera: “No posee inteligencia lingüística.” puede interpretar dificultades actuales como límites permanentes. Las etiquetas pueden convertirse en profecías educativas. Por ello: describir necesidades es diferente de definir identidades. Diversidad sin pseudociencia: Rechazar estilos de aprendizaje no significa enseñar exactamente igual a todos. Esto es fundamental. Podemos reconocer que los estudiantes difieren en: conocimientos previos, intereses, lenguaje, atención, habilidades, ritmo, necesidades sensoriales, discapacidad y experiencias. La educación diferenciada puede responder a estas diferencias. No necesita recurrir a categorías cerebrales sin evidencia. Neurodiversidad y neuromitos: También debemos distinguir neurodiversidad de neuromitos. Reconocer variaciones neurológicas humanas y necesidades asociadas con autismo, TDAH, dislexia u otras condiciones no equivale a afirmar que cada persona posee un “tipo cerebral” de aprendizaje.

La neurodiversidad exige individualización. Los neuromitos suelen producir generalizaciones. Esta diferencia resulta esencial. Ética de la neuroeducación: Existe también una dimensión ética. Cuando una institución adopta una intervención supuestamente neurocientífica: invierte recursos, utiliza tiempo docente, modifica expectativas y afecta estudiantes. Por ello, existe una responsabilidad ética de preguntar: ¿qué evidencia existe? Promover prácticas sin respaldo puede desplazar intervenciones más efectivas. Modas educativas: La educación se encuentra expuesta regularmente a modas. Muchas comparten una estructura: problema complejo, solución sencilla, vocabulario atractivo y promesa de transformación rápida. Ejemplo: “Cinco minutos diarios y el cerebro de sus estudiantes estará preparado para aprender.” Las soluciones reales suelen ser menos espectaculares: buena enseñanza, práctica, recuperación, retroalimentación, relaciones, tiempo y apoyo. Pero precisamente por eso pueden resultar más confiables.

Formación continua

Bei et al. (2024) encontraron que acceder con mayor frecuencia a información relevante sobre el cerebro podía actuar como factor protector frente a algunos neuromitos. Williams et al. (2025), por

su parte, observaron un elevado interés de profesionales de educación inicial por recibir formación adicional basada en evidencia. Esto demuestra que existe una oportunidad importante. Los docentes desean comprender mejor el aprendizaje. La tarea consiste en proporcionar formación de calidad. Cómo debería ser una buena capacitación en neuroeducación: Una formación sólida debería incluir: Fundamentos: Una lectura crítica requiere atender al diseño del estudio, la población analizada, el tamaño del efecto, las limitaciones y la posibilidad de replicación, en lugar de aceptar una afirmación por su lenguaje técnico. Esta práctica protege al docente frente a recomendaciones atractivas pero poco fundamentadas y facilita seleccionar estrategias cuyo valor educativo pueda observarse y discutirse con criterios explícitos.

- neuronas y redes;
- plasticidad;
- atención;
- memoria;
- desarrollo.

Ciencia del aprendizaje:

- conocimientos previos;
- recuperación;
- práctica distribuida;
- carga cognitiva.

Pensamiento crítico:

- correlación y causalidad;
- tamaños de efecto;
- calidad de fuentes.

Neuromitos:

identificación;

explicación;

refutación.

Aplicación:

diseño de clases;

evaluación;

análisis de casos.

La capacitación no debería consistir solamente en mostrar imágenes del cerebro.

Tabla 5.7

De una formación superficial a una formación rigurosa:

Formación superficial	Formación rigurosa
Memorizar partes del cerebro	Relacionar principios con aprendizaje
Mostrar neuroimágenes	Explicar qué realmente representan
Enseñar técnicas “cerebrales”	Evaluar evidencia
Presentar estilos	Analizar críticamente
Usar lenguaje técnico	Comprender significado
Prometer transformación rápida	Reconocer límites
Aplicar recetas	Adaptar principios al contexto

Una lista de comprobación para docentes: Antes de incorporar una estrategia nueva, puede utilizarse esta lista. 1. ¿Qué problema intenta resolver? 2. ¿Qué resultados promete? 3. ¿Presenta evidencia revisada por pares? 4. ¿Existen varios estudios? 5. ¿Los estudios incluyen estudiantes similares a los míos? 6. ¿Existe comparación adecuada? 7. ¿Los resultados educativos son relevantes? 8. ¿Existen riesgos o costos? 9. ¿Existe una alternativa con mayor evidencia? 10. ¿Puedo evaluar si funciona en mi contexto? Esta rutina puede proteger frente a modas. Ciencia y humildad: Una característica fundamental de la ciencia es aceptar incertidumbre. No todas las preguntas poseen una respuesta definitiva. La frase: “Todavía no sabemos” no constituye debilidad. Constituye rigor. La educación debería desconfiar especialmente de quienes prometen:

- certeza total;
- resultados garantizados;
- métodos universales.

La complejidad del aprendizaje hace improbable que exista una única solución. Cuando la evidencia cambia: El conocimiento científico evoluciona. Una recomendación puede modificarse cuando aparece nueva evidencia. Rousseau (2024) señala precisamente que la evolución permanente del conocimiento científico constituye uno de los desafíos para la formación docente en neuromitos. Por ello, una cultura basada en evidencia necesita: Una lectura crítica requiere atender al diseño del estudio, la población analizada, el tamaño del efecto, las limitaciones y la posibilidad de replicación, en lugar de aceptar una afirmación por su lenguaje técnico. Esta práctica protege al docente frente a recomendaciones atractivas pero poco fundamentadas y facilita seleccionar estrategias cuyo valor educativo pueda observarse y discutirse con criterios explícitos.

- actualización;
- revisión;
- disposición para cambiar.

Cambiar de opinión ante mejor evidencia no es inconsistencia. Es pensamiento científico. El docente como profesional reflexivo: Una visión basada en evidencia tampoco reduce al docente a ejecutor de protocolos. La investigación no conoce:

- cada estudiante;
- cada aula;
- cada comunidad.

El profesor aporta:

- conocimiento contextual;
- experiencia;

- juicio profesional.

La mejor decisión surge de la interacción entre ambos. Por ello, la pregunta no es: “¿La ciencia sustituirá al docente?” Sino: “¿Cómo puede el docente utilizar mejor la ciencia?”

Tabla 5.8

Modelo de decisión pedagógica informada por evidencia:

Dimensión	Pregunta
Objetivo	¿Qué quiero conseguir?
Evidencia	¿Qué estrategias tienen respaldo?
Estudiantes	¿Qué necesitan?
Contexto	¿Qué recursos existen?
Experiencia	¿Qué he observado previamente?
Implementación	¿Cómo lo aplicaré?
Evaluación	¿Cómo sabré si funciona?
Ajuste	¿Qué cambiaré según los resultados?

Enseñar mejor sin obsesionarse con el cerebro: Este puede parecer un cierre paradójico para un libro sobre neurociencia educativa. Después de estudiar el cerebro, una de las conclusiones más importantes es: el docente no necesita pensar constantemente en regiones cerebrales para enseñar bien. Necesita comprender algunos principios y después concentrarse en: contenido, estudiantes, actividades, práctica, retroalimentación y relaciones. El conocimiento cerebral funciona como fundamento. No como guion minuto a minuto. Diez principios finales para una enseñanza informada por evidencia: 1. Las capacidades pueden desarrollarse Evitar determinismo. 2. El conocimiento previo importa Activarlo y construir sobre él. 3. La atención posee límites Reducir información innecesaria. 4. Comprender una vez no garantiza recordar Crear oportunidades de recuperación. 5. La práctica necesita distribuirse Volver al contenido. 6. El error puede informar Analizar antes de juzgar. 7. Las emociones y relaciones importan Construir desafío con seguridad. 8. La autorregulación se enseña Modelar estrategias. 9. Las diferencias individuales existen Responder a necesidades reales, no etiquetas pseudocientíficas. 10. Toda afirmación educativa merece preguntas La palabra “cerebro” no sustituye evidencia. Una propuesta de clase basada en todo el libro: Tomemos un tema: cambio climático. Paso 1. Activar conocimientos previos: ¿Qué saben ya? Paso 2. Generar

curiosidad: “Si el planeta siempre ha cambiado de temperatura, ¿qué diferencia existe con el cambio actual?” Paso 3. Presentar información clara: Reducir sobrecarga. Paso 4. Procesamiento activo: Comparar causas naturales y antropogénicas.

Paso 5. Recuperación: Cerrar materiales y explicar. Paso 6. Retroalimentación: Corregir conceptos erróneos. Paso 7. Autorregulación: ¿Qué parte comprendí y cuál necesito revisar? Paso 8. Práctica distribuida: Volver al tema la semana siguiente. Esta clase no necesita llamarse: “neuroclase”. Simplemente utiliza principios coherentes con lo que conocemos sobre aprendizaje. Hacia una cultura escolar basada en evidencia: El desafío final no consiste únicamente en transformar a un profesor. Las instituciones también necesitan desarrollar culturas profesionales donde sea normal preguntar: ¿Qué evidencia tenemos? ¿Funcionó? ¿Cómo lo sabemos? ¿Podemos mejorarlo? Esto requiere: tiempo para formación, acceso a recursos, comunidades profesionales, evaluación y liderazgo. La innovación debería convertirse en: Secuencia: 1) probar; 2) observar; 3) analizar; 4) ajustar.

No simplemente: Secuencia: 1) comprar; 2) implementar; 3) asumir que funciona. La responsabilidad institucional: Los resultados encontrados por Zambrano et al. (2025) en Ecuador muestran que la persistencia de neuromitos no debería interpretarse como un problema exclusivamente individual de cada docente. También plantea preguntas sobre: formación inicial, capacitación continua, calidad de materiales, políticas educativas y acceso a evidencia. Por ello, mejorar la alfabetización científica docente requiere respuestas institucionales. La curiosidad docente: Curiosamente, una de las mejores defensas frente a la pseudociencia puede ser la misma capacidad que deseamos desarrollar en los estudiantes: curiosidad acompañada de pensamiento crítico. Ante una afirmación nueva: “¿De verdad?” “¿Cómo lo saben?” “¿Dónde está el estudio?” “¿Funcionaría aquí?” Estas preguntas deberían formar parte natural de la profesión docente.

Profundización: neuroeducación crítica, tecnología y ética

Del hallazgo neurocientífico a la decisión pedagógica

La distancia entre un hallazgo neurocientífico y una decisión de aula obliga a introducir varios niveles

de traducción. Un estudio puede mostrar una asociación neural durante una tarea, pero la enseñanza necesita saber si una intervención mejora comprensión, retención, transferencia o participación en condiciones educativas reales. Por ello, la evidencia más útil surge cuando los hallazgos del cerebro se interpretan junto con psicología cognitiva, investigación educativa y conocimiento profesional. Pradeep et al. (2024) defienden precisamente una neuroeducación que conecte dinámica neural y enseñanza sin reducir la pedagogía a explicaciones cerebrales. Una revisión reciente publicada por Estrella Ediciones Diginova también subraya que los hallazgos neurocientíficos deben contrastarse con evidencia conductual y contextual antes de convertirse en recomendaciones para docentes (Suárez Pérez, 2026).

Neurotecnologías, privacidad mental y autonomía

Las neurotecnologías introducen posibilidades que hace pocos años pertenecían principalmente al laboratorio, pero su traslado a instituciones educativas plantea preguntas que no pueden resolverse solo con eficacia técnica. Estrella Romero et al. (2025) analizan interfaces cerebro-computadora en educación universitaria y destacan preocupaciones sobre privacidad cognitiva, autonomía mental y manejo de datos neurales. Fernández Delgado (2026) amplía el debate hacia la neurosurveillance académica y advierte tensiones relacionadas con privacidad mental y autonomía profesional. Estas cuestiones son especialmente relevantes cuando una tecnología pretende inferir atención, emoción o carga cognitiva. Una señal fisiológica no debería convertirse automáticamente en juicio sobre esfuerzo, capacidad o conducta. La adopción institucional requiere finalidad pedagógica explícita, consentimiento informado, minimización de datos, seguridad, límites de uso y alternativas para quienes no participen.

Interfaces cerebro-computadora: potencial y límites educativos

Las interfaces cerebro-computadora pueden facilitar formas de interacción para personas con determinadas necesidades y abrir líneas de investigación sobre adaptación de entornos digitales. Sin embargo, sus posibilidades educativas deben diferenciarse de afirmaciones especulativas sobre lectura de pensamientos o personalización perfecta. Gutiérrez Rodríguez et al. (2025) revisan potenciales y

riesgos del uso de estas interfaces en educación, mientras que Estrella Romero et al. (2025) analizan posibilidades pedagógicas y dilemas éticos en educación superior. El criterio para incorporarlas no debería ser la sofisticación del dispositivo, sino la existencia de una necesidad educativa concreta y evidencia suficiente de que la tecnología aporta una ventaja frente a alternativas menos invasivas. También debe considerarse el riesgo de desigualdad si el acceso a recursos neurotecnológicos se concentra en determinadas instituciones o grupos.

Neuroeducación en contextos latinoamericanos

La expansión de la neuroeducación en América Latina ofrece una oportunidad para producir conocimiento situado y, al mismo tiempo, exige evitar la simple importación de afirmaciones formuladas en otros sistemas educativos. Hernández Cueva et al. (2025) analizan la incidencia de la neuroeducación en educación básica, y Robles Ramírez et al. (2025) revisan su aplicación a la comprensión lectora en estudiantes de primaria. Estos trabajos pueden enriquecer el diálogo regional cuando sus conclusiones se interpretan de acuerdo con sus diseños y limitaciones. La pertinencia contextual importa porque infraestructura, formación docente, lengua, cultura escolar y disponibilidad de apoyos modifican la viabilidad de una estrategia. Una neuroeducación latinoamericana rigurosa debería fortalecer la investigación local, la replicación, la transparencia metodológica y la colaboración entre escuelas, universidades y comunidades.

Formación docente para evaluar afirmaciones sobre el cerebro

La formación docente en neuroeducación debería priorizar competencias de lectura crítica antes que la memorización de estructuras cerebrales. Un profesor necesita reconocer la diferencia entre correlación y causalidad, identificar cuándo una muestra es insuficiente, distinguir resultados conductuales de medidas neurales y preguntar si una intervención fue comparada con una alternativa adecuada. Rousseau (2024) revisó intervenciones de desarrollo profesional dirigidas a desmontar neuromitos, y Segura Delgado y Ramírez Bahena (2026) sintetizaron trabajos sobre formación docente en neuroeducación. La persistencia de neuromitos entre educadores confirma que proporcionar datos aislados no siempre modifica creencias. Resulta más prometedor trabajar

con afirmaciones concretas, explicar por qué son problemáticas, contrastarlas con evidencia y practicar la evaluación de nuevas propuestas comerciales o pedagógicas.

Criterios institucionales para adoptar innovaciones

Antes de adquirir una herramienta presentada como “basada en el cerebro”, una institución puede aplicar un conjunto de preguntas sencillas: qué problema educativo resuelve, qué población fue estudiada, qué resultados se midieron, qué comparación se utilizó, qué riesgos existen y qué recursos requiere su implementación. También debe preguntar quién conserva los datos, durante cuánto tiempo y con qué finalidad secundaria podrían utilizarse. Peñafiel Villavicencio et al. (2025) muestran oportunidades y riesgos de neurotecnologías en educación superior, mientras que Moreira Parrales et al. (2025) resaltan tensiones de acceso y formación en contextos educativos con brechas digitales. Estas consideraciones recuerdan que innovación y equidad deben analizarse conjuntamente. Una tecnología eficaz en condiciones ideales puede producir pocos beneficios cuando desplaza recursos esenciales, exige conectividad inexistente o aumenta desigualdades de acceso.

Agenda de investigación y actualización profesional

La neuroeducación seguirá cambiando a medida que mejoren los métodos de medición, se acumulen replicaciones y aparezcan nuevas tecnologías. Por ello, este libro no debe interpretarse como un catálogo cerrado de certezas. Algunas recomendaciones poseen apoyo relativamente sólido desde la ciencia del aprendizaje, como espaciar la práctica, recuperar información y gestionar la carga cognitiva; otras aplicaciones neurotecnológicas permanecen en etapas más exploratorias. La responsabilidad profesional consiste en actualizar criterios sin perseguir cada novedad. Una actualización rigurosa requiere comparar resultados entre estudios, atender al tamaño y características de las muestras, examinar la calidad metodológica y distinguir hallazgos replicados de resultados preliminares. Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis son especialmente útiles para este propósito porque permiten valorar tendencias acumuladas y heterogeneidad entre investigaciones, aunque tampoco sustituyen el juicio crítico sobre la pertinencia de cada resultado para una población educativa concreta (Pradeep et al., 2024; Rousseau, 2024).

Alfabetización científica docente como competencia profesional

La alfabetización científica docente no exige dominar todas las técnicas estadísticas ni convertirse en especialista en neuroimagen. Exige comprender suficientes principios para evaluar la fuerza de una afirmación. Un primer criterio consiste en identificar qué se midió realmente. Si un estudio registra actividad cerebral, no necesariamente midió aprendizaje; si mide satisfacción, no necesariamente midió comprensión; si observa una correlación, no demostró causalidad. Pradeep et al. (2024) y Segura Delgado y Ramírez Bahena (2026) coinciden en la necesidad de construir puentes críticos entre investigación y práctica.

Un segundo criterio es examinar la comparación. Decir que un grupo mejoró después de una intervención resulta menos informativo si no se conoce qué habría ocurrido sin ella o con una alternativa razonable. Un tercer criterio es analizar la población. Resultados obtenidos con adultos universitarios no se trasladan automáticamente a niños de primaria. Un cuarto criterio es observar la duración: un efecto inmediatamente después de una actividad puede desaparecer días después. Un quinto criterio es distinguir significación estadística de relevancia educativa. Un efecto pequeño puede ser importante si la intervención es barata y escalable; uno mayor puede resultar poco útil si exige recursos imposibles de sostener.

Los neuromitos prosperan cuando estos criterios se sustituyen por lenguaje de autoridad. Expresiones como “demostrado por la neurociencia” o “activa el cerebro” parecen ofrecer certeza sin especificar diseño, resultado ni magnitud. Rousseau (2024) muestra que combatir neuromitos requiere más que entregar información correcta. Clinton-Lisell y Litzinger (2024) permiten discutir específicamente la persistencia de la hipótesis de estilos de aprendizaje, y Zambrano R. et al. (2025) sitúan el problema en el contexto ecuatoriano. La formación profesional debería utilizar ejemplos reales para practicar la evaluación de afirmaciones y no limitarse a enumerar mitos.

Finalmente, la alfabetización científica necesita una cultura institucional que permita revisar decisiones. Una escuela puede adoptar una estrategia razonable y descubrir que no produce el resultado esperado en su contexto. Cambiarla no representa fracaso, sino uso adecuado de evidencia

local. La profesionalidad docente incluye formular hipótesis pedagógicas, observar resultados y ajustar. La ciencia del aprendizaje ofrece herramientas para reducir incertidumbre; no elimina la necesidad de juicio. Una neuroeducación con criterio es, en este sentido, menos espectacular que el marketing cerebral, pero mucho más útil: reemplaza promesas por preguntas que pueden someterse a evidencia.

Jerarquía de evidencia y decisiones pedagógicas

Evaluar una afirmación educativa exige preguntar qué tipo de evidencia la sostiene. Una explicación neurobiológica plausible no equivale a una demostración de eficacia. Un estudio correlacional puede identificar asociaciones, pero no establecer que una variable cause otra. Un ensayo controlado puede estimar efectos en determinadas condiciones, mientras una revisión sistemática permite examinar consistencia entre estudios. La decisión pedagógica necesita además considerar magnitud, población, duración, medidas utilizadas y costos de implementación. Rousseau (2024) muestra que incluso la corrección de neuromitos requiere intervenciones cuidadosamente diseñadas; Segura Delgado y Ramírez Bahena (2026) insisten en una formación docente que permita interpretar críticamente la evidencia. El objetivo no es crear una jerarquía rígida que descarte estudios pequeños o cualitativos, sino ajustar la fuerza de la conclusión a la fuerza del diseño. Cuanto más amplia sea la promesa —“funciona para todos”, “transforma el cerebro”, “garantiza aprendizaje”— mayor debe ser la exigencia de evidencia convergente, replicada y educativamente relevante.

Neuromitos: por qué persisten y cómo refutarlos

Los neuromitos persisten porque suelen combinar un fragmento verdadero con una conclusión injustificada. La lateralización cerebral existe, pero no sustenta clasificar estudiantes como “de hemisferio izquierdo” o “derecho”. Las personas expresan preferencias, pero la hipótesis de que aprenden mejor cuando la enseñanza se adapta a un estilo sensorial fijo no recibe apoyo suficiente. Clinton-Lisell y Litzinger (2024) revisan cuantitativamente la literatura sobre estilos de aprendizaje y permiten distinguir preferencia de efecto instruccional. Zambrano R. et al. (2025) documentan la prevalencia de mitos educativos entre docentes ecuatorianos, mientras Bei et al. (2024), Tsang et al.

(2024) y Williams et al. (2025) muestran que el fenómeno trasciende un único sistema educativo. La refutación eficaz necesita tres pasos: identificar la afirmación, explicar por qué resulta intuitiva y sustituirla por un modelo alternativo comprensible. Negar el mito sin ofrecer explicación deja intacta la necesidad conceptual que lo sostenía. Por ello, la alfabetización científica docente debe enseñar a evaluar mecanismos, diseños y resultados, no únicamente a memorizar listas de afirmaciones falsas.

De la evidencia general al contexto local

Una práctica respaldada por investigación puede fracasar si se implementa sin considerar currículo, tiempo, recursos, formación docente y características del alumnado. La evidencia externa informa una decisión, pero la evidencia local permite comprobar si la decisión está funcionando. Esta combinación puede organizarse como un ciclo: definir el problema, seleccionar una estrategia con respaldo razonable, especificar qué resultado debería cambiar, implementarla con fidelidad suficiente, recoger datos y revisar. Robles Ramírez et al. (2025), Hernández Cueva et al. (2025) y Suárez Pérez (2026) ofrecen ejemplos latinoamericanos que permiten discutir la necesidad de contextualizar la neuroeducación. El propósito no es privilegiar automáticamente estudios locales sobre internacionales, sino evitar que una recomendación pierda sus condiciones de validez al trasladarse. La pregunta “¿qué dice la ciencia?” debe complementarse con “¿qué ocurre en este grupo, con este contenido y bajo estas condiciones?”. Esa combinación protege tanto contra el rechazo de la evidencia como contra su aplicación mecánica.

Criterios para comunicar evidencia sin exagerarla

La comunicación de resultados científicos influye en la forma en que docentes e instituciones toman decisiones. Un hallazgo puede deformarse al pasar del artículo académico a una noticia, una capacitación o una campaña comercial. Expresiones como “la neurociencia demuestra” suelen ocultar preguntas necesarias: qué estudio, con qué muestra, qué medida, qué comparación y con qué magnitud. La formación docente debe incluir competencias para reconstruir esa cadena. Segura Delgado y Ramírez Bahena (2026) sitúan esta necesidad dentro de la formación en neuroeducación, mientras Rousseau (2024) muestra que la corrección de neuromitos requiere intervenciones más

elaboradas que una simple lista de datos verdaderos.

Comunicar con precisión no significa llenar el aula de tecnicismos. Significa ajustar el lenguaje al alcance de la evidencia. Si un estudio encuentra una asociación, debe hablarse de asociación. Si una revisión identifica resultados heterogéneos, debe explicarse la heterogeneidad. Si una intervención muestra un efecto promedio, conviene reconocer que no todas las personas responden de la misma manera. Esta disciplina lingüística reduce la probabilidad de que una conclusión limitada se transforme en una promesa universal.

El caso de los estilos de aprendizaje ilustra el problema. La existencia de preferencias subjetivas puede confundirse con la hipótesis de que adaptar la enseñanza a una modalidad sensorial fija mejora el aprendizaje. Clinton-Lisell y Litzinger (2024) examinan esta cuestión mediante metaanálisis. La respuesta educativa no consiste en ignorar diferencias entre estudiantes, sino en seleccionar representaciones según la naturaleza del contenido y utilizar múltiples formas cuando aportan información complementaria. Zambrano R. et al. (2025) muestran, además, que los mitos educativos siguen presentes en docentes ecuatorianos, lo que refuerza la necesidad de estrategias de formación contextualizadas.

Una institución puede convertir estos criterios en una práctica regular. Antes de adoptar una propuesta “basada en el cerebro”, puede solicitar la fuente primaria, identificar el resultado educativo medido y comparar la promesa comercial con la conclusión real del estudio. Esta rutina desplaza la autoridad desde el vocabulario neurocientífico hacia la calidad de la evidencia. La neuroeducación con criterio no rechaza la innovación; exige que la innovación pueda explicar qué problema resuelve, qué evidencia la respalda y cómo se comprobará su efecto en el contexto donde pretende utilizarse.

Criterio de cierre del capítulo: evidencia antes que autoridad

La mejor defensa frente a neuromitos no consiste en memorizar una lista de errores, sino en aprender a evaluar afirmaciones. Una propuesta debe poder explicar qué resultado pretende mejorar, qué evidencia la respalda, en qué población se estudió y qué limitaciones conserva. Rousseau (2024), Clinton-Lisell y Litzinger (2024) y Zambrano R. et al. (2025) muestran por qué la alfabetización

científica continúa siendo necesaria. El vocabulario cerebral no concede validez automática. La decisión pedagógica debe apoyarse en resultados relevantes, comparación razonable y posibilidad de revisión local. Este criterio prepara el paso al capítulo final, donde las mismas exigencias se aplican a inteligencia artificial, analítica y neurotecnologías.

Conclusiones

La neurociencia ha ampliado significativamente nuestra comprensión sobre procesos relacionados con el aprendizaje humano. La investigación sobre plasticidad cerebral, atención, memoria, emoción, sueño y funciones ejecutivas ofrece principios valiosos para interpretar por qué determinadas condiciones pueden facilitar o dificultar el aprendizaje. Sin embargo, el conocimiento neurocientífico no constituye una metodología educativa. Entre descubrir cómo funciona el sistema nervioso y decidir cómo enseñar existe un proceso de traducción que requiere integrar psicología cognitiva, pedagogía, experiencia profesional y contexto. Esta distinción resulta fundamental porque el entusiasmo por la neurociencia ha favorecido simultáneamente la expansión de los neuromitos. Las investigaciones recientes muestran que estas creencias continúan presentes entre docentes. Bei et al. (2024) documentaron neuromitos relacionados con conocimientos generales y neurodesarrollo entre docentes italianos.

Tsang et al. (2024) identificaron creencias incorrectas también entre profesionales de educación inclusiva en Hong Kong. Williams et al. (2025) encontraron una combinación de gran interés por la neurociencia y aceptación de neuromitos entre educadores de primera infancia. El caso ecuatoriano resulta particularmente relevante. Zambrano et al. (2025), después de evaluar a 2.193 docentes, encontraron una elevada aceptación tanto de neuromitos como de concepciones incorrectas sobre aprendizaje e instrucción. Entre ellas aparecieron creencias relacionadas con inteligencias múltiples, dominancia hemisférica, estilos de aprendizaje, nativos digitales y pirámide del aprendizaje. Estos resultados demuestran que la formación docente necesita ir más allá de transmitir información sobre anatomía cerebral. El objetivo debería consistir en desarrollar: alfabetización científica + pensamiento crítico + conocimiento pedagógico.

Rousseau (2024) muestra que diferentes intervenciones —incluyendo textos de refutación, formación neurocientífica y reflexión crítica— pueden utilizarse para combatir los neuromitos, aunque cambiar creencias profundamente establecidas constituye un proceso complejo. Por ello, desmontar neuromitos no significa ridiculizar a quienes los sostienen. Muchas de estas ideas han circulado durante años dentro de cursos, libros y capacitaciones educativas. La alternativa consiste en reemplazarlas por explicaciones mejores. En lugar de estilos de aprendizaje: seleccionar representaciones adecuadas al contenido. En lugar de cerebro izquierdo y derecho: reconocer perfiles individuales sin atribuirlos a dominancia hemisférica. En lugar de la pirámide del aprendizaje: utilizar estrategias respaldadas por evidencia específica. En lugar de “activar el cerebro”: generar procesamiento cognitivo relevante. En lugar de prometer una neuroplasticidad ilimitada: mantener altas expectativas acompañadas de apoyos realistas.

La neurociencia educativa alcanza aquí un punto de síntesis crítica: su valor no reside en proporcionar recetas, sino en ayudar a formular mejores preguntas y a discriminar entre evidencia, inferencia y promesa comercial. Hasta este punto, la obra ha transitado desde la plasticidad cerebral hacia los mecanismos de atención y memoria, las condiciones emocionales y motivacionales del aprendizaje y los procesos ejecutivos y metacognitivos que permiten regularlo. Este capítulo añade el criterio necesario para evaluar afirmaciones educativas y neuromitos. El recorrido, sin embargo, no concluye aquí. El capítulo 6 traslada estos criterios a los entornos digitales, la inteligencia artificial y las neurotecnologías, donde la calidad de la evidencia debe combinarse con exigencias de privacidad, equidad, transparencia y responsabilidad pedagógica.

Capítulo

06

Neuroeducación digital, inteligencia
artificial y ética del aprendizaje

Introducción

La transformación digital de la educación ha incorporado plataformas adaptativas, analítica del aprendizaje, inteligencia artificial generativa, realidad inmersiva y dispositivos capaces de registrar señales fisiológicas. Estas herramientas amplían posibilidades de acceso, práctica y retroalimentación, pero también modifican la forma en que se recopilan datos sobre los estudiantes y se toman decisiones pedagógicas. La neuroeducación puede contribuir a interpretar este escenario siempre que evite presentar la tecnología como una extensión automática del conocimiento cerebral. Fernández Cando et al. (2026) analizan la convergencia entre neuroeducación y tecnologías emergentes, mientras que Peñafiel Villavicencio et al. (2025) examinan experiencias universitarias con neurotecnologías. Ambas líneas muestran que la innovación necesita articular objetivos de aprendizaje, formación docente, evaluación de resultados y criterios éticos. El valor de una herramienta no reside en su sofisticación, sino en la calidad del problema educativo que ayuda a resolver (Deng et al., 2025; Pradeep et al., 2024).

La expansión de sistemas digitales también obliga a distinguir personalización de vigilancia. Adaptar una secuencia a los errores del estudiante puede ser pedagógicamente útil; inferir estados mentales de manera permanente, en cambio, introduce riesgos de privacidad y de interpretación. Estrella Romero et al. (2025) señalan dilemas relacionados con autonomía mental y datos neurales en interfaces cerebro-computadora, y Fernández Delgado (2026) analiza la neurosurveillance en contextos académicos. Estas discusiones muestran que la pregunta educativa ya no puede limitarse a si una tecnología funciona. También debe considerar qué datos necesita, quién los controla, qué consecuencias produce una clasificación errónea y si existen alternativas menos invasivas. Una neuroeducación responsable debe preservar la dignidad del estudiante y evitar convertir indicadores fisiológicos, conductuales o digitales en diagnósticos automáticos de atención, esfuerzo, emoción o capacidad (Deng et al., 2025).

Inteligencia artificial como apoyo cognitivo

La inteligencia artificial puede funcionar como apoyo para generar ejemplos, preguntas,

explicaciones alternativas y retroalimentación preliminar. Sin embargo, su utilidad depende de que el estudiante continúe realizando el procesamiento cognitivo necesario. Si una herramienta resuelve de manera inmediata la tarea que debía permitir practicar razonamiento, recuperación o escritura, puede reducir precisamente la actividad que pretendía fortalecer. El criterio pedagógico consiste en decidir qué procesos conviene delegar y cuáles deben permanecer bajo responsabilidad del aprendiz. En una fase inicial, por ejemplo, la IA puede ofrecer pistas después de un intento; en una fase posterior puede ayudar a comparar soluciones. El diseño debería evitar que la respuesta aparezca antes de que exista una oportunidad real de pensar. Esta lógica conecta tecnología con los principios desarrollados en capítulos anteriores: atención selectiva, carga cognitiva, recuperación, retroalimentación, metacognición y transferencia (Deng et al., 2025).

Un uso formativo de inteligencia artificial requiere además enseñar verificación. Los modelos pueden producir explicaciones plausibles que contienen errores, referencias inexistentes o simplificaciones excesivas. Por ello, la alfabetización digital contemporánea necesita incorporar preguntas sobre procedencia, evidencia y límites. El estudiante debería aprender a contrastar afirmaciones con fuentes primarias o revisiones de calidad, identificar cuándo una respuesta excede la evidencia disponible y distinguir una explicación pedagógica de una conclusión científica. Esta práctica puede convertirse en ejercicio metacognitivo: antes de aceptar una respuesta, el alumno explicita qué sabe, qué necesita comprobar y qué criterio utilizará para decidir. De esta manera, la IA no reemplaza el pensamiento crítico, sino que puede convertirse en un objeto sobre el cual practicarlo. La responsabilidad final sobre una decisión académica o profesional no debe transferirse a un sistema automatizado (Deng et al., 2025).

Atención, plataformas y economía de la distracción

Muchas plataformas digitales compiten por mantener la interacción mediante notificaciones, recompensas inmediatas y flujos continuos de contenido. En educación, estas características pueden entrar en tensión con tareas que requieren atención sostenida, lectura extensa o resolución progresiva de problemas. La respuesta no debería consistir en demonizar los dispositivos, sino en

diseñar condiciones que reduzcan interrupciones durante actividades cognitivamente exigentes. Puede ser útil establecer periodos sin notificaciones, utilizar una sola herramienta por objetivo, evitar alternancias innecesarias y explicar al estudiante por qué la continuidad atencional importa. La autorregulación digital se aprende mejor cuando las reglas se vinculan con una finalidad comprensible y cuando el estudiante participa gradualmente en su gestión. El objetivo es desarrollar capacidad para elegir cuándo una tecnología apoya la tarea y cuándo se convierte en competencia por recursos cognitivos limitados (Deng et al., 2024).

El diseño de materiales digitales también debe considerar carga cognitiva. Animaciones, música, elementos decorativos y múltiples ventanas pueden aumentar la sensación de dinamismo sin mejorar comprensión. Cuando texto, imagen y explicación oral se complementan, las representaciones múltiples pueden facilitar el aprendizaje; cuando repiten o compiten, pueden añadir demandas innecesarias. Este principio es especialmente importante en estudiantes principiantes, que todavía no poseen esquemas suficientes para seleccionar rápidamente la información relevante. El docente puede reducir complejidad extrínseca mediante segmentación, señalización, ejemplos trabajados y progresión gradual. La tecnología resulta valiosa cuando permite aplicar estos principios con flexibilidad, no cuando multiplica estímulos. La pregunta de diseño sigue siendo la misma que en un recurso impreso: qué debe atender el estudiante, qué relación conceptual debe construir y qué información puede retirarse sin perder significado (Evans et al., 2024; Seufert et al., 2024).

Analítica del aprendizaje y límites de la predicción

La analítica del aprendizaje utiliza registros de interacción para describir patrones y, en algunos casos, estimar riesgos como bajo rendimiento o abandono. Estos sistemas pueden ayudar a identificar estudiantes que requieren apoyo, pero una predicción no equivale a una explicación causal. Un estudiante puede conectarse pocas veces porque ya domina el contenido, porque comparte un dispositivo, porque enfrenta dificultades de conectividad o porque ha abandonado la actividad. El mismo indicador puede representar situaciones diferentes. Por ello, las alertas deberían utilizarse como punto de partida para una indagación pedagógica y no como etiqueta definitiva.

Las decisiones de alto impacto necesitan combinar datos digitales con conversación, evidencia académica y conocimiento contextual. Además, las instituciones deben evaluar sesgos, falsos positivos y consecuencias de intervención, especialmente cuando los modelos fueron desarrollados con poblaciones diferentes de aquellas donde se aplicarán (Deng et al., 2025).

La predicción educativa también plantea una tensión entre apoyo y determinismo. Un modelo que clasifica a un estudiante como “alto riesgo” puede movilizar recursos útiles, pero también modificar expectativas y generar decisiones que terminan reforzando la predicción. Este efecto resulta particularmente problemático cuando la clasificación no es transparente o cuando el estudiante no puede cuestionarla. Desde la perspectiva de plasticidad desarrollada en este libro, cualquier estimación debe entenderse como una fotografía probabilística y contextual, no como destino. Los sistemas deberían diseñarse para ampliar oportunidades y no para restringirlas. Una práctica institucional responsable documenta el propósito del modelo, evalúa su desempeño por subgrupos, permite revisión humana y establece procedimientos para corregir errores. La analítica debe complementar el juicio profesional, no reemplazarlo (Deng et al., 2025).

Neurotecnologías y medición de estados cognitivos

Dispositivos de electroencefalografía portátil, sensores fisiológicos y sistemas de neurofeedback han aumentado su presencia en investigación aplicada. Su atractivo educativo se relaciona con la posibilidad de observar señales asociadas con atención, estrés o autorregulación. Sin embargo, ninguna señal aislada permite leer directamente un estado psicológico complejo. Barrón Adame et al. (2026) estudian neurofeedback y autorregulación cognitiva en universitarios, mientras que Peñafiel Villavicencio et al. (2025) describen oportunidades y riesgos de neurotecnologías en educación superior. Estos trabajos pueden orientar nuevas preguntas, pero su traslado a la práctica requiere cautela metodológica. Las señales deben interpretarse con protocolos validados, condiciones de medición controladas y conocimiento de sus limitaciones. Convertir un indicador fisiológico en calificación, diagnóstico o sanción excedería ampliamente lo que la evidencia permite sostener (Pradeep et al., 2024).

Las interfaces cerebro-computadora representan un caso especialmente sensible porque conectan señales neurales con sistemas externos. Estrella Romero et al. (2025) y Gutiérrez Rodríguez et al. (2025) discuten posibilidades educativas y riesgos asociados con estas tecnologías. En determinados contextos de accesibilidad pueden ofrecer formas de interacción que antes eran difíciles o imposibles; en otros, su incorporación puede ser innecesaria si existen soluciones pedagógicas menos invasivas. La proporcionalidad debería convertirse en criterio central: cuanto más íntimo sea el dato y mayor el riesgo, más fuerte debe ser la justificación del beneficio. También se requiere consentimiento comprensible, posibilidad real de negarse, límites de conservación y prohibición de usos secundarios no autorizados. La innovación educativa no debe convertir la intimidad mental en un recurso institucional disponible por defecto.

Privacidad cognitiva y neuroderechos

La privacidad cognitiva se refiere a la protección de información relacionada con procesos mentales y señales que podrían utilizarse para inferir estados internos. En contextos educativos, esta cuestión adquiere relevancia porque existe una relación asimétrica entre instituciones y estudiantes. Un consentimiento formal puede no ser plenamente libre cuando la participación está vinculada con una asignatura, una evaluación o el acceso a un servicio. Por ello, los proyectos que recopilan datos neurales o fisiológicos deben establecer alternativas equivalentes para quienes no deseen participar. Fernández Delgado (2026) advierte sobre riesgos de neurosurveillance académica, y Estrella Romero et al. (2025) destacan la autonomía mental como dimensión ética. Estos debates invitan a incorporar la protección de datos desde el diseño y no después de implementar la tecnología. Recoger menos información puede ser una decisión científica y pedagógica más responsable (Fernández Delgado, 2026).

Los datos educativos tradicionales ya pueden revelar información sensible sobre desempeño, hábitos y dificultades. Cuando se añaden señales biométricas o neurales, aumenta el riesgo de interpretaciones que el estudiante no puede observar ni corregir. La gobernanza institucional debe definir quién accede a estos datos, con qué finalidad, durante cuánto tiempo y bajo qué

condiciones pueden compartirse. También debe separar investigación, evaluación y administración cuando sus objetivos no coinciden. La anonimización puede reducir riesgos, pero no siempre elimina la posibilidad de reidentificación en conjuntos ricos de datos. Por esta razón, la ética no puede reducirse a una casilla de consentimiento. Requiere análisis de necesidad, proporcionalidad, seguridad, transparencia y mecanismos de rendición de cuentas. La confianza educativa depende de que la tecnología permanezca subordinada a derechos y finalidades formativas legítimas (Fernández Delgado, 2026).

Equidad y brecha digital

Una innovación puede producir beneficios promedio y, al mismo tiempo, aumentar desigualdades si requiere dispositivos, conectividad o apoyo que no están distribuidos de manera equitativa. Moreira Parrales et al. (2025) analizan oportunidades y tensiones de tecnologías de mejora cognitiva en educación media rural y destacan limitaciones relacionadas con acceso y formación docente. Este tipo de evidencia recuerda que la efectividad técnica no garantiza viabilidad contextual. Antes de implementar una plataforma, conviene estimar costos de conectividad, mantenimiento, capacitación, accesibilidad y soporte. También es necesario diseñar alternativas fuera de línea o de bajo consumo cuando el contexto lo exige. La equidad no significa que todos utilicen exactamente el mismo recurso, sino que las condiciones de implementación no conviertan una innovación en una nueva barrera para quienes ya enfrentan desventajas educativas.

La accesibilidad debe formar parte del diseño desde el inicio. Un recurso digital puede ser visualmente atractivo y resultar inutilizable para estudiantes que requieren lector de pantalla, navegación por teclado, subtítulos, contraste adecuado o tiempos flexibles. La personalización educativa tiene sentido cuando amplía posibilidades de participación y no cuando obliga a todos a seguir una ruta definida por el sistema. En este punto, el conocimiento del cerebro no reemplaza los principios de diseño universal, inclusión y adaptación razonable. Las diferencias individuales no deben convertirse en categorías rígidas ni en supuestos “estilos cerebrales”. Deben orientar preguntas sobre barreras concretas y apoyos disponibles. Una institución tecnológicamente avanzada no es aquella que

acumula dispositivos, sino aquella que puede demostrar que sus herramientas son utilizables, pertinentes y compatibles con la diversidad de sus estudiantes (Pradeep et al., 2024).

Formación docente para la era de la neurotecnología

La formación docente necesita incorporar criterios para evaluar tecnologías que utilizan lenguaje neurocientífico. Un anuncio puede afirmar que una plataforma “optimiza conexiones neuronales”, “aumenta dopamina” o “activa ambos hemisferios” sin presentar evidencia educativa relevante. El profesor debería poder preguntar qué estudio respalda la afirmación, qué resultado se midió, cuál fue el grupo de comparación y si el efecto se mantuvo en el tiempo. Rousseau (2024) muestra que combatir neuromitos requiere más que transmitir datos correctos; es necesario trabajar sobre las razones que hacen atractivas las explicaciones simplificadas. En la era digital, esta alfabetización se amplía hacia productos comerciales y sistemas de inteligencia artificial. La formación profesional debe ayudar a distinguir una metáfora comunicativa de un mecanismo demostrado y un resultado de laboratorio de una mejora comprobada en aprendizaje (Rousseau, 2024; Segura Delgado & Ramírez Bahena, 2026).

La competencia tecnológica docente tampoco puede reducirse al manejo operativo de aplicaciones. Incluye seleccionar herramientas según objetivos, anticipar riesgos, interpretar datos y decidir cuándo no utilizar tecnología. Fernández Cando et al. (2026) presentan una visión de neuroeducación y tecnologías emergentes que puede apoyar esta discusión, mientras que las investigaciones de NeuroData sobre neurotecnologías muestran la necesidad de políticas y formación continua. Una decisión profesional sólida comienza por el currículo y la evidencia del aprendizaje. Después se pregunta si una herramienta aporta una función que sería difícil conseguir de otra manera. Finalmente, evalúa efectos y ajusta la práctica. Este orden evita que la tecnología determine el objetivo pedagógico. La innovación más valiosa puede consistir, en ocasiones, en simplificar un recurso para que el estudiante piense más y el sistema haga menos.

Investigación educativa y calidad de la evidencia

La rapidez con que aparecen tecnologías educativas crea presión para adoptar conclusiones antes

de disponer de suficiente evidencia acumulada. Un estudio piloto puede ser útil para demostrar viabilidad, pero no establece por sí solo efectividad general. Los resultados necesitan replicarse en poblaciones diversas, con comparaciones adecuadas y medidas relevantes para el aprendizaje. También conviene distinguir significación estadística de relevancia educativa. Un cambio pequeño puede ser valioso si es económico, seguro y escalable; un efecto mayor puede resultar poco útil si depende de condiciones imposibles de mantener. La lectura crítica debe considerar tamaño de muestra, diseño, pérdidas, duración, instrumentos y posibles conflictos de interés. Estos criterios son particularmente importantes cuando el proveedor de una tecnología participa en la investigación que pretende demostrar su eficacia (Deng et al., 2025).

Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis pueden ofrecer una visión más estable que los estudios individuales, pero tampoco eliminan la necesidad de juicio crítico. La calidad de una síntesis depende de la amplitud de la búsqueda, los criterios de inclusión, la evaluación del riesgo de sesgo y la comparabilidad de los estudios. En esta obra se utilizan revisiones recientes para fundamentar principios sobre recuperación, autorregulación, emociones, relaciones, funciones ejecutivas y tecnologías educativas. El criterio central para incorporar una fuente debe ser su pertinencia para la afirmación que se desarrolla, junto con la transparencia del método y la posibilidad de rastrear sus resultados. Esta práctica evita convertir la bibliografía en una acumulación decorativa de citas y favorece que cada referencia cumpla una función argumentativa concreta. La lectura crítica exige, además, diferenciar evidencia primaria, revisiones sistemáticas y metaanálisis, porque cada diseño permite responder preguntas distintas y posee limitaciones específicas (Deng et al., 2025; Hemmler & Ifenthaler, 2024).

Aplicación: protocolo institucional para evaluar una tecnología

Una institución puede estructurar la evaluación de una tecnología educativa en cinco momentos. Primero define el problema: por ejemplo, baja retroalimentación en grupos numerosos o dificultades de acceso a determinados materiales. Segundo identifica alternativas, incluyendo opciones no tecnológicas. Tercero revisa evidencia sobre eficacia, seguridad, accesibilidad y costos. Cuarto realiza

una implementación limitada con indicadores definidos previamente. Quinto decide si mantiene, modifica o retira la herramienta según los resultados. Este procedimiento evita la lógica de comprar primero y justificar después. También permite incluir a docentes y estudiantes en la evaluación, porque quienes utilizan el sistema pueden detectar barreras que no aparecen en una demostración técnica. La innovación se convierte así en un proceso de mejora verificable y no en una declaración institucional de modernidad.

Los indicadores de evaluación deberían incluir más que satisfacción. Una herramienta puede resultar agradable y no mejorar aprendizaje; también puede mejorar una medida inmediata sin producir transferencia. Por ello, conviene combinar indicadores de uso, comprensión, retención, desempeño, accesibilidad, carga de trabajo y experiencia de los participantes. Si el sistema utiliza algoritmos de recomendación, deben analizarse diferencias de funcionamiento entre grupos y casos de clasificación incorrecta. Si recopila datos sensibles, la evaluación debe incluir incidentes de privacidad y cumplimiento de los límites acordados. La decisión final necesita comparar beneficios y costos con una alternativa razonable. Este enfoque convierte la evaluación tecnológica en una extensión del pensamiento científico: formular una pregunta, recoger evidencia, reconocer incertidumbre y modificar la decisión cuando los resultados no respaldan la expectativa inicial.

Aplicación: diseño de una secuencia con inteligencia artificial

Una secuencia didáctica con inteligencia artificial puede comenzar sin utilizarla. El estudiante responde primero una pregunta o resuelve un problema para activar conocimientos y producir una evidencia inicial. Después puede consultar al sistema para obtener una explicación alternativa o una pista, pero debe comparar esa respuesta con su razonamiento y señalar qué modificó. En una tercera fase, contrasta información con una fuente académica y corrige posibles errores. Finalmente, cierra los materiales y recupera las ideas centrales sin ayuda. Esta estructura conserva oportunidades de esfuerzo cognitivo y utiliza la IA como apoyo, no como sustituto. La evaluación puede centrarse en la calidad de las decisiones, la justificación de cambios y la capacidad para detectar errores. De esta manera, la tecnología se integra con recuperación, retroalimentación y metacognición (Deng et al.,

2025).

En tareas de escritura, la inteligencia artificial puede utilizarse de manera semejante. El estudiante formula primero una tesis, organiza argumentos y selecciona evidencia. Después solicita una crítica de la estructura y decide qué sugerencias aceptar o rechazar. La versión final debe poder defenderse sin depender del sistema, y las políticas institucionales deben establecer cuándo corresponde declarar el uso de herramientas automatizadas. Este procedimiento enseña una competencia importante: trabajar con asistencia sin ceder autoría intelectual. La IA puede acelerar tareas mecánicas, pero la responsabilidad sobre precisión, fuentes y conclusiones permanece en la persona. En educación, esta responsabilidad es parte del aprendizaje. Un producto correcto obtenido sin comprensión no equivale a una competencia desarrollada, del mismo modo que observar una solución no equivale a poder resolver un problema nuevo (Deng et al., 2025).

Aplicación: alfabetización en datos y privacidad

La alfabetización digital del estudiante debería incluir comprensión básica sobre los datos que generan las plataformas. Cada clic, respuesta, tiempo de permanencia o interacción puede convertirse en registro. Explicar esta realidad permite discutir por qué una institución necesita ciertos datos y por qué otros deberían evitarse. Una actividad pedagógica puede pedir a los estudiantes analizar la política de privacidad de una herramienta, identificar categorías de información recopilada y proponer un principio de minimización. Este ejercicio conecta ciudadanía digital con pensamiento crítico y ética. En cursos avanzados, puede añadirse discusión sobre inferencias: un sistema no necesita preguntar directamente por una característica para intentar estimarla a partir de patrones. Comprender esta diferencia ayuda a evaluar con mayor rigor promesas de personalización y riesgos de perfilado (Deng et al., 2024).

Cuando se utilizan datos para apoyar aprendizaje, la transparencia debe adaptarse a la edad y al contexto. Informar no significa entregar un documento legal incomprensible. Significa explicar con lenguaje accesible qué se recopila, para qué se usa, quién puede verlo y qué opciones posee el estudiante. En proyectos de investigación, estas explicaciones complementan los requisitos

formales de consentimiento. En actividades ordinarias, contribuyen a una cultura institucional de responsabilidad. La confianza aumenta cuando los participantes pueden formular preguntas y recibir respuestas claras. Esta práctica resulta coherente con la seguridad psicológica discutida anteriormente: las personas necesitan saber que expresar dudas o rechazar una tecnología no producirá consecuencias injustificadas. La ética tecnológica comienza con relaciones educativas transparentes, no únicamente con configuraciones técnicas (Fernández Delgado, 2026).

Criterios para preservar el esfuerzo cognitivo en entornos con inteligencia artificial

La integración de inteligencia artificial requiere preservar aquellas operaciones cognitivas que producen aprendizaje durable. Generar una respuesta correcta no equivale a construir una representación que pueda recuperarse y utilizarse posteriormente. Por ello, antes de delegar una tarea conviene identificar qué parte constituye el objetivo de aprendizaje: formular una explicación, recuperar conceptos, comparar evidencias, resolver un problema o construir un argumento. Cuando la herramienta ejecuta por completo esa operación, el rendimiento inmediato puede mejorar sin que exista una ganancia equivalente en aprendizaje. Una alternativa consiste en organizar ayudas graduadas: primero un intento independiente, después una pista o contraste generado por el sistema y finalmente una nueva producción del estudiante sin apoyo. Este diseño conserva práctica de recuperación, elaboración y monitoreo metacognitivo, al tiempo que aprovecha la capacidad de la inteligencia artificial para ofrecer ejemplos y retroalimentación adicional (Deng et al., 2025; Gonçalves et al., 2025).

Evaluación del aprendizaje con apoyo digital

La evaluación en contextos digitales debe distinguir entre desempeño asistido y aprendizaje disponible cuando la ayuda desaparece. Si una plataforma, tutor inteligente o sistema generativo permanece activo durante toda la tarea, el producto final refleja una combinación entre conocimiento del estudiante y soporte externo. Para estimar aprendizaje conviene incorporar momentos en los que el alumno explique, recupere o aplique lo aprendido sin la misma asistencia, además de tareas de transferencia que modifiquen el contexto o la estructura del problema. También es útil comparar

resultados inmediatos con evaluaciones diferidas, porque una mejora durante la interacción puede responder a apoyo momentáneo o novedad. La evidencia experimental sobre inteligencia artificial educativa muestra resultados prometedores, pero también advierte sobre limitaciones metodológicas y sobre la necesidad de medir habilidades reales mediante diseños que reduzcan la dependencia de la herramienta durante la evaluación (Deng et al., 2025).

Gobernanza pedagógica de la inteligencia artificial

La incorporación de inteligencia artificial en una institución educativa necesita reglas que distingan usos permitidos, usos supervisados y usos incompatibles con determinados objetivos de aprendizaje. Una política centrada únicamente en prohibir o permitir herramientas resulta insuficiente porque la misma aplicación puede cumplir funciones muy diferentes. Generar ejemplos para practicar puede ampliar oportunidades; generar una respuesta final durante una evaluación de producción autónoma puede invalidar la evidencia de aprendizaje. La gobernanza debe partir, por tanto, del propósito pedagógico y no de la marca o del tipo de software.

Un primer principio es la transparencia. Estudiantes y docentes necesitan saber cuándo interviene un sistema automatizado, qué información utiliza y qué límites tiene. Un segundo principio es la verificabilidad: las respuestas generadas deben poder contrastarse con fuentes y criterios disciplinares. Un tercero es la minimización de datos. La personalización no justifica recopilar información ilimitada. Peñafiel Villavicencio et al. (2025) y los trabajos sobre interfaces cerebro-computadora incluidos en esta obra muestran que el aumento de capacidad técnica amplía también la responsabilidad sobre privacidad e interpretación.

Un cuarto principio es conservar evidencia de desempeño humano. Si todas las etapas de una tarea son asistidas, el docente pierde capacidad para saber qué puede hacer el estudiante sin apoyo. Por ello, incluso en cursos que integran IA conviene mantener momentos de recuperación, escritura, explicación o resolución sin asistencia. Estos momentos no tienen que plantearse como castigo ni como rechazo tecnológico; funcionan como medición necesaria para decidir qué apoyo sigue siendo útil. La comparación entre desempeño asistido y autónomo puede convertirse, además, en una

actividad metacognitiva.

Un quinto principio es la equidad. Moreira Parrales et al. (2025) recuerdan que las oportunidades tecnológicas se distribuyen de manera desigual. Una política que presupone dispositivos recientes, conexión estable o suscripciones pagadas puede ampliar brechas. La accesibilidad también debe verificarse antes de adoptar una herramienta. Finalmente, la gobernanza requiere revisión periódica. Los sistemas cambian, las condiciones de uso se modifican y aparecen nuevos riesgos. Una decisión válida hoy puede necesitar ajustes mañana. El criterio de cierre de este libro es precisamente ese: utilizar la innovación cuando mejora una finalidad educativa claramente definida y retirarla o modificarla cuando desplaza el aprendizaje, vulnera derechos o produce costos que superan sus beneficios.

Inteligencia artificial y esfuerzo cognitivo productivo

La inteligencia artificial generativa puede reducir costos de búsqueda, producir ejemplos y ofrecer retroalimentación inmediata, pero también puede eliminar precisamente el esfuerzo que una tarea pretendía provocar. Si el objetivo es que el estudiante construya un argumento, compare fuentes o recupere conocimientos, delegar esas operaciones puede producir un producto correcto sin aprendizaje equivalente. El criterio debe situarse en la función cognitiva. La IA puede actuar antes de la tarea para generar casos, durante la tarea para ofrecer pistas graduadas o después para contrastar una respuesta; en cambio, sustituir de forma automática la producción del estudiante dificulta observar qué comprende. Fernández Cando et al. (2026) sitúan las tecnologías emergentes dentro de una neuroeducación que debe mantener objetivos pedagógicos explícitos. La pregunta útil no es si una herramienta “usa IA”, sino qué parte del procesamiento realiza el estudiante y qué parte delega. Diseñar con IA exige conservar momentos de recuperación sin asistencia, explicación propia y transferencia a problemas nuevos.

Privacidad, inferencia y proporcionalidad

Los datos educativos digitales permiten observar patrones de acceso, tiempo, respuestas y secuencias de interacción. Las neurotecnologías pueden añadir señales fisiológicas o neurales, aumentando la

sensibilidad de la información. Peñafiel Villavicencio et al. (2025), Estrella Romero et al. (2025) y Gutiérrez Rodríguez et al. (2025) discuten posibilidades y riesgos de estas tecnologías en contextos educativos. Una institución responsable debería aplicar un principio de proporcionalidad: recopilar únicamente datos necesarios para una finalidad pedagógica definida, limitar su conservación y evitar inferencias que excedan la validez de la medición. Una señal asociada estadísticamente con atención en un laboratorio no permite concluir que un estudiante concreto “no está atendiendo” durante una clase. La precisión técnica no elimina el problema interpretativo. Además, el estudiante necesita conocer qué se registra, con qué propósito, quién puede acceder y cómo impugnar una inferencia. La innovación educativa pierde legitimidad cuando convierte la asimetría institucional en vigilancia opaca.

Equidad, accesibilidad y sesgo algorítmico

Los sistemas adaptativos y predictivos pueden distribuir apoyos con rapidez, pero sus beneficios dependen de los datos con los que fueron contruidos y de las decisiones que activan. Si un modelo aprende de trayectorias históricas marcadas por desigualdad, puede reproducirlas bajo apariencia de objetividad. Moreira Parrales et al. (2025) muestran que las tecnologías de mejora cognitiva deben analizarse junto con las condiciones de acceso, especialmente en contextos con brechas de infraestructura. La accesibilidad agrega otra dimensión: una plataforma que no funciona con lector de pantalla, exige conectividad continua o utiliza tiempos rígidos puede excluir aunque su contenido sea pedagógicamente sólido. Evaluar una innovación requiere, por tanto, desagregar resultados: quién mejora, quién no, quién abandona y qué grupos enfrentan barreras adicionales. La media general puede ocultar efectos distributivos importantes. La ética educativa no aparece después de comprobar la eficacia; forma parte de la definición misma de una intervención aceptable.

Cierre integrador: de la evidencia a una pedagogía responsable

El recorrido de los seis capítulos permite formular una tesis común. Aprender supone cambio, pero ese cambio no se explica mediante una única escala. La neuroplasticidad ofrece un marco biológico; la atención y la memoria describen restricciones y mecanismos de procesamiento; la emoción y

la motivación ayudan a comprender valor, control y persistencia; las funciones ejecutivas y la metacognición explican parte de la regulación; la evaluación crítica de la evidencia protege frente a neuromitos; y los entornos digitales obligan a incorporar preguntas sobre delegación cognitiva, privacidad, equidad y responsabilidad. Ninguno de estos niveles sustituye a la pedagogía. Su contribución consiste en mejorar la calidad de las decisiones que la pedagogía debe tomar.

Cierre integrador: criterios para la práctica

Una práctica educativa informada por evidencia puede resumirse en una secuencia de decisiones. Primero, definir con precisión qué aprendizaje se busca y qué conocimientos previos requiere. Segundo, diseñar explicaciones y actividades compatibles con los límites de atención y memoria de trabajo. Tercero, crear oportunidades de recuperación, práctica distribuida y retroalimentación. Cuarto, sostener condiciones emocionales que permitan afrontar dificultad sin convertir el error en amenaza. Quinto, enseñar progresivamente planificación, monitoreo y control. Sexto, evaluar la evidencia antes de adoptar afirmaciones neuroeducativas o herramientas tecnológicas. Séptimo, comprobar aprendizaje mediante retención y transferencia, no únicamente mediante participación inmediata. Esta secuencia no constituye una receta universal: es un marco para formular preguntas verificables y revisar decisiones según los resultados observados.

Cierre integrador: una agenda de responsabilidad educativa

El avance de la inteligencia artificial y de las neurotecnologías hará cada vez más fácil producir datos, predicciones y explicaciones sobre el aprendizaje. La responsabilidad profesional consistirá en no confundir disponibilidad de datos con comprensión. Una medición puede ser precisa y, aun así, irrelevante para una decisión pedagógica; una predicción puede ser estadísticamente correcta y resultar injusta si restringe oportunidades; una herramienta puede ahorrar tiempo y debilitar el procesamiento que se pretendía enseñar. La obra concluye, por ello, con un criterio de prudencia activa: utilizar la mejor evidencia disponible, declarar incertidumbres, proteger la autonomía del estudiante, observar efectos diferenciales y corregir la intervención cuando los datos del aula lo exijan. Enseñar con conocimiento del cerebro no significa convertir la educación en neurociencia.

Significa integrar ciencia del aprendizaje, pedagogía, ética y contexto para construir oportunidades de aprendizaje más duraderas, transferibles y humanas.

Competencias del estudiante para aprender con inteligencia artificial

La presencia de inteligencia artificial modifica también las competencias que el estudiante necesita para aprender de manera autónoma. Verificar una respuesta generada exige conocimiento suficiente para detectar inconsistencias, comparar fuentes y reconocer cuándo una explicación excede la evidencia. Por ello, la alfabetización en IA no puede enseñarse únicamente como manejo de instrucciones o prompts. Debe incluir evaluación de fuentes, argumentación, reconocimiento de incertidumbre y capacidad para reconstruir una respuesta sin asistencia. Estas competencias conectan directamente con los capítulos anteriores: atención para seleccionar información, memoria para disponer de conocimiento propio, motivación para persistir, metacognición para detectar límites y criterio científico para evaluar afirmaciones.

Una secuencia pedagógica puede utilizar la IA como objeto de análisis. El docente presenta una respuesta generada que contiene una mezcla de afirmaciones correctas, simplificaciones y un error. Los estudiantes deben identificar qué partes aceptarían, cuáles requieren verificación y qué fuentes utilizarían. Después comparan su evaluación con evidencia externa y reescriben la respuesta. La herramienta deja de funcionar como sustituto de la producción y se convierte en material para practicar juicio disciplinar.

También es necesario enseñar a decidir cuándo no utilizarla. Si el propósito de una actividad es recuperar información, generar automáticamente la respuesta elimina la operación que se intenta fortalecer. Si la meta es explorar múltiples ejemplos antes de analizarlos, la generación puede ser útil. Esta distinción convierte la elección tecnológica en una decisión metacognitiva. El estudiante aprende a preguntar qué proceso necesita practicar y qué apoyo puede utilizar sin delegarlo.

La responsabilidad intelectual completa esta competencia. Presentar como propio un producto generado impide al docente evaluar aprendizaje y debilita la trazabilidad de las decisiones. Una práctica transparente puede exigir declarar cómo se utilizó la herramienta, qué partes fueron

verificadas y qué cambios realizó el estudiante. La finalidad no es vigilar cada interacción, sino conservar autoría y posibilidad de evaluación. En un entorno donde producir texto será cada vez más fácil, el valor educativo se desplazará hacia la capacidad de justificar, verificar, transferir y responder por las decisiones tomadas. Ese es el punto en el que la ética digital se encuentra con la ciencia del aprendizaje.

Criterio final de la obra: innovación con propósito, evidencia y responsabilidad

La innovación educativa merece adoptarse cuando resuelve un problema formativo mejor que las alternativas disponibles y cuando sus beneficios pueden observarse sin imponer riesgos desproporcionados. En inteligencia artificial y neurotecnologías, este criterio exige combinar eficacia, privacidad, equidad, accesibilidad y transparencia. Peñafiel Villavicencio et al. (2025), Moreira Parrales et al. (2025) y Fernández Cando et al. (2026) permiten situar la discusión en escenarios tecnológicos contemporáneos. Una herramienta no debe evaluarse por novedad, sino por la calidad de la actividad cognitiva que promueve y por la evidencia que deja del aprendizaje. La obra concluye así con una posición integradora: comprender el cerebro ayuda a formular mejores preguntas; la psicología cognitiva ayuda a diseñar mejores condiciones; la pedagogía convierte esos conocimientos en decisiones; y la ética delimita qué decisiones son aceptables. La finalidad permanece constante: favorecer aprendizajes duraderos, transferibles y compatibles con la dignidad y autonomía del estudiante.

Síntesis operativa para instituciones y docentes

La integración de inteligencia artificial, analítica y neurotecnologías requiere decisiones coordinadas entre aula e institución. El docente puede valorar la pertinencia pedagógica inmediata de una herramienta, pero aspectos como protección de datos, contratación, accesibilidad y conservación de registros exceden la responsabilidad individual. Una política institucional debería establecer finalidades autorizadas, datos que pueden recopilarse, responsables de acceso, periodos de conservación y procedimientos para revisar decisiones automatizadas. La existencia de una función técnica no constituye, por sí sola, una razón para activarla. El principio de minimización exige utilizar

únicamente la información necesaria para el objetivo educativo declarado.

En el aula, la integración puede organizarse mediante una pregunta previa: ¿qué evidencia de aprendizaje necesito obtener? Si el objetivo es comprobar recuperación autónoma, la asistencia generativa debe limitarse. Si se pretende comparar explicaciones, detectar errores o explorar alternativas, la herramienta puede convertirse en objeto de análisis. Esta diferenciación evita debates generales sobre si la inteligencia artificial es “buena” o “mala” para aprender. Su efecto depende de la tarea, del momento y del procesamiento que conserva el estudiante. Fernández Cando et al. (2026) sitúan las tecnologías emergentes dentro de una neuroeducación que necesita mantener el propósito pedagógico como criterio rector.

La institución debe prever también la revisión humana de resultados automatizados. Una predicción de riesgo, una clasificación de participación o una inferencia sobre atención no debería producir consecuencias importantes sin posibilidad de contraste. Los datos digitales describen comportamientos registrados por un sistema, no la totalidad de la experiencia del estudiante. Cuando se incorporan señales fisiológicas o neurales, la cautela debe aumentar. Peñafiel Villavicencio et al. (2025) muestran el potencial de las neurotecnologías para el aprendizaje superior, pero su traslado educativo exige distinguir investigación exploratoria de aplicación consolidada. La precisión de un sensor no garantiza la validez de la interpretación pedagógica que se construye a partir de él.

La equidad requiere observar quién puede beneficiarse realmente. Una herramienta que funciona bien con conexión estable y dispositivos recientes puede producir resultados muy distintos en entornos con infraestructura limitada. Moreira Parrales et al. (2025) permiten discutir estas tensiones en contextos educativos donde la innovación tecnológica convive con desigualdades de acceso. Por ello, la evaluación institucional debe incluir alternativas equivalentes, compatibilidad con tecnologías de apoyo y procedimientos para estudiantes que no pueden o no desean utilizar determinados sistemas cuando existe una razón legítima. La accesibilidad no debe añadirse al final: forma parte del diseño.

Finalmente, toda innovación necesita un criterio de salida. Las instituciones suelen definir cómo

adoptar herramientas, pero con menor frecuencia establecen cuándo suspenderlas. Un sistema debería revisarse si no mejora el resultado para el que fue incorporado, si produce cargas desproporcionadas, si aparecen riesgos de privacidad o si genera dependencia que debilita el aprendizaje autónomo. La revisión periódica convierte la innovación en una hipótesis sometida a evidencia y no en una identidad institucional. Esta postura resume el enfoque de la obra: utilizar conocimientos sobre cerebro, cognición y aprendizaje para tomar decisiones mejores, pero conservar siempre la posibilidad de corregirlas cuando la evidencia del contexto así lo requiera.

Conclusiones

La neuroeducación digital amplía las preguntas desarrolladas a lo largo de la obra. La plasticidad recuerda que la experiencia importa; la atención y la memoria muestran que la información compite por recursos limitados; las emociones y la motivación influyen en la participación; las funciones ejecutivas permiten mantener metas y regular conductas. Las tecnologías pueden apoyar cada uno de estos procesos, pero también introducir distracción, dependencia, desigualdad o vigilancia. Por ello, la innovación necesita una arquitectura pedagógica previa. Antes de adoptar una herramienta, debe definirse qué aprendizaje se busca, qué evidencia demostraría progreso y qué riesgos podrían aparecer. La tecnología se justifica cuando mejora de manera verificable las condiciones para aprender y cuando sus beneficios son proporcionales a los datos, costos y demandas que introduce.

La inteligencia artificial y las neurotecnologías obligan además a ampliar el concepto de competencia educativa. Docentes y estudiantes necesitan comprender no solo cómo utilizar sistemas digitales, sino cómo evaluar sus respuestas, reconocer incertidumbre, proteger información y conservar responsabilidad sobre las decisiones. Las interfaces cerebro-computadora, el neurofeedback y la analítica predictiva muestran posibilidades reales, pero también recuerdan que una medición no es una persona y una predicción no es un destino. La privacidad mental, la autonomía y la equidad deben formar parte del diseño institucional desde el inicio. La neuroeducación será más útil cuanto menos se utilice como argumento de autoridad y más contribuya a formular preguntas precisas sobre aprendizaje, evidencia y contexto.

El principio que cierra este capítulo es el mismo que orienta todo el libro: enseñar mejor requiere integrar ciencia y juicio profesional. La evidencia puede indicar tendencias, mecanismos plausibles y estrategias prometedoras; el docente conoce a sus estudiantes, el currículo y las restricciones reales del aula. Ninguna tecnología elimina la necesidad de esa interpretación. Una educación responsable combina neurociencia, psicología cognitiva, investigación educativa, ética, experiencia profesional y conocimiento del contexto. Los estudios incorporados deben valorarse por la solidez de su diseño, la claridad de sus resultados y su pertinencia para la pregunta educativa, no por su procedencia institucional. El objetivo no es construir una escuela fascinada por el cerebro o por la inteligencia artificial, sino una escuela capaz de utilizar conocimiento y tecnología para ampliar comprensión, autonomía, participación y oportunidades de aprendizaje, manteniendo una evaluación crítica de beneficios, límites y riesgos (Deng et al., 2025; Pradeep et al., 2024).

Guía final para el uso profesional de la evidencia

Una práctica docente informada por evidencia puede comenzar con una jerarquía sencilla de preguntas. Primero, ¿qué problema de aprendizaje intento resolver? Segundo, ¿qué explicación resulta compatible con los datos disponibles sin convertir una asociación en causalidad? Tercero, ¿qué intervención posee respaldo suficiente y puede aplicarse en este contexto? Cuarto, ¿cómo sabré si funcionó? Este orden protege frente a una tendencia frecuente: comenzar por una estrategia atractiva y buscar después una explicación neurocientífica que la legitime. La evidencia debería preceder a la justificación, no utilizarse como decoración. Cuando varias alternativas son plausibles, conviene preferir aquella que sea comprensible, accesible, proporcional y fácil de evaluar. El pensamiento científico docente no exige certeza absoluta; exige explicitar qué se sabe, qué permanece incierto y qué observación podría llevar a modificar la decisión.

La selección de fuentes también forma parte de esa competencia. Un metaanálisis reciente puede ofrecer una síntesis útil, pero necesita complementarse con información sobre población, tarea y contexto. Un estudio situado puede aportar pertinencia cultural, aunque su diseño limite la generalización. Una revisión narrativa puede organizar conceptos y aplicaciones, pero no sustituye

la consulta de investigaciones originales cuando se necesita comprobar una afirmación específica. Por ello, las referencias de esta obra se seleccionan por su relación directa con neuroeducación, memoria, emoción, autorregulación, funciones ejecutivas y tecnologías educativas. La diversidad metodológica permite contrastar perspectivas y reconocer qué resultados son consistentes y cuáles dependen de condiciones particulares. El criterio de inclusión debe seguir siendo la relevancia para el argumento, la trazabilidad de la fuente y la calidad del método, evitando acumular referencias que no aporten evidencia concreta a la afirmación que acompañan (Dörrenbächer-Ulrich & Bregulla, 2024; Emslander et al., 2025).

Cuando una afirmación educativa utiliza términos como “demostrado”, “garantiza”, “activa”, “optimiza” o “transforma”, conviene aumentar el nivel de exigencia. Estas palabras sugieren relaciones fuertes que muchas investigaciones no están diseñadas para establecer. En su lugar, expresiones como “se asocia”, “puede favorecer”, “la evidencia sugiere” o “se observaron mejoras bajo determinadas condiciones” permiten representar mejor la incertidumbre. Esta precisión semántica no debilita el mensaje; lo hace científicamente más responsable. También protege al docente frente a productos comerciales que convierten resultados preliminares en promesas universales. La comunicación académica debe diferenciar entre posibilidad, asociación, eficacia experimental y efectividad en condiciones reales. Cada nivel responde a preguntas distintas y necesita evidencia diferente. Una buena formación científica enseña a reconocer esas diferencias antes de trasladar una conclusión al aula.

La evaluación de una estrategia debe incluir resultados que importen educativamente. Que un estudiante complete una actividad, permanezca conectado o declare que le gustó no demuestra por sí mismo que aprendió. Es necesario observar comprensión, recuperación posterior, aplicación y, cuando sea pertinente, transferencia. También puede ser relevante analizar autonomía: una ayuda que mejora el desempeño mientras está presente puede generar dependencia si el estudiante no aprende a actuar sin ella. Por esta razón, el retiro gradual de apoyos constituye un criterio transversal en la obra. El objetivo de una herramienta, una explicación o una retroalimentación es facilitar que el estudiante pueda realizar después una parte mayor del trabajo cognitivo por sí mismo. La educación

busca ampliar capacidad de actuación, no maximizar interacción con un recurso (Deng et al., 2025; Gonçalves et al., 2025).

El mismo criterio se aplica a las tecnologías de personalización. Un sistema puede adaptar dificultad, ritmo o secuencia, pero el estudiante necesita comprender progresivamente cómo tomar decisiones semejantes sobre su propio aprendizaje. Si la plataforma decide siempre cuándo practicar, qué revisar y cuándo avanzar, puede mejorar eficiencia inmediata sin desarrollar plenamente autorregulación. Una alternativa consiste en hacer visibles algunas decisiones y transferirlas gradualmente al estudiante. Por ejemplo, después de varias recomendaciones automáticas, el sistema puede pedir que el alumno seleccione qué contenido necesita recuperar y justifique su elección. Así, la personalización se convierte también en oportunidad metacognitiva. El objetivo no es que el algoritmo conozca perfectamente al estudiante, sino que el estudiante aprenda a conocerse mejor mediante evidencia de su propio desempeño (Deng et al., 2025).

Las familias y comunidades también participan en el ecosistema de decisiones sobre cerebro, aprendizaje y tecnología. Los mensajes simplificados circulan con rapidez en redes sociales y pueden generar expectativas sobre suplementos, aplicaciones, ejercicios o programas supuestamente capaces de aumentar inteligencia o “activar” capacidades ocultas. La comunicación educativa debería ofrecer criterios comprensibles para evaluar estas propuestas sin ridiculizar a quienes las consideran atractivas. Preguntar por la evidencia, el mecanismo, los costos, los riesgos y las alternativas ayuda a transformar la conversación. Una escuela que desarrolla alfabetización científica no se limita a corregir mitos dentro del aula; crea una cultura donde docentes, estudiantes y familias pueden discutir afirmaciones con respeto y exigir mejores razones antes de adoptar una práctica.

La actualización profesional necesita además ser sostenible. Ningún docente puede leer toda la literatura que aparece cada año. Las instituciones pueden facilitar el proceso mediante comunidades de práctica, clubes de lectura, síntesis de evidencia y colaboración con universidades. Una reunión breve puede centrarse en una sola pregunta pedagógica, revisar una síntesis confiable y acordar una pequeña modificación que después se evalúa. Este modelo evita que la formación continua se convierta en acumulación de talleres desconectados. También permite que la experiencia docente

produzca preguntas para nuevas investigaciones. La relación entre ciencia y práctica funciona mejor como diálogo: la investigación aporta marcos y resultados; la práctica identifica problemas, condiciones y consecuencias que necesitan ser estudiadas. La mejora educativa emerge de esa interacción sostenida.

Finalmente, una cultura de evidencia necesita aceptar la posibilidad de abandonar prácticas. La inversión de tiempo, prestigio o recursos puede hacer difícil reconocer que una intervención no produjo los resultados esperados. Sin embargo, modificar una decisión ante mejores datos constituye una fortaleza profesional. Las instituciones deberían establecer desde el inicio criterios de continuidad y retiro para programas innovadores. Si una tecnología no mejora los resultados definidos, genera barreras imprevistas o exige recursos desproporcionados, puede ser necesario modificarla o sustituirla. Esta disposición protege a estudiantes y docentes de la innovación permanente sin aprendizaje institucional. El objetivo de la educación basada en evidencia no es demostrar que cada decisión inicial fue correcta, sino construir mecanismos para aprender de los resultados y tomar decisiones progresivamente mejores.

Una última precaución concierne al lenguaje con el que se comunican los resultados. Las imágenes del cerebro poseen gran fuerza persuasiva y pueden hacer que una explicación parezca más científica de lo que realmente es. El docente y el lector deben separar la calidad visual de una representación de la calidad de la inferencia que se extrae de ella. Una diferencia de activación entre condiciones no demuestra automáticamente que una estrategia sea mejor, ni permite decidir por sí sola cómo enseñar un contenido. Para responder preguntas pedagógicas se necesitan también resultados conductuales y educativos. Esta regla ayuda a mantener el equilibrio central de la obra: valorar lo que la neurociencia aporta sin convertirla en autoridad exclusiva sobre fenómenos que incluyen historia, cultura, relaciones, currículo y decisiones institucionales (Pradeep et al., 2024).

La evaluación de evidencia debe considerar asimismo a quiénes representa un estudio. Edad, nivel educativo, lengua, experiencia previa y contexto socioeconómico pueden modificar la forma en que una intervención funciona. Una estrategia estudiada con universitarios no debería trasladarse sin más a niños de primaria, del mismo modo que una tecnología evaluada con conectividad estable

puede comportarse de manera diferente en una escuela rural. La investigación regional publicada en espacios latinoamericanos ayuda a hacer visibles estas condiciones, pero necesita integrarse con un cuerpo de evidencia más amplio. La generalización responsable siempre es una inferencia, no una propiedad automática del artículo. Preguntar “¿en quiénes se estudió?” debería acompañar a “¿qué se encontró?” cada vez que una conclusión se transforma en recomendación educativa (Pradeep et al., 2024).

Con estos criterios, el libro propone una posición de apertura crítica. La neurociencia, la psicología cognitiva, la investigación educativa y las tecnologías contemporáneas ofrecen herramientas potentes para comprender y mejorar el aprendizaje, pero ninguna elimina la complejidad de enseñar. La práctica profesional necesita combinar conocimiento acumulado con observación, ética y capacidad de revisión. Esta postura permite incorporar nuevos hallazgos sin convertir cada novedad en moda, utilizar recursos digitales sin confundir automatización con aprendizaje y reconocer diferencias individuales sin etiquetar de manera rígida. La pregunta que debe permanecer al finalizar la obra es deliberadamente pedagógica: ¿qué condiciones, apoyos y experiencias permitirán que este estudiante comprenda, recuerde, regule su aprendizaje y utilice lo aprendido con mayor autonomía?

- Abel, M., Nickl, A. T., Reßle, A., Unger, C., & Bäuml, K.-H. T. (2023). The role of sleep for memory consolidation: Does sleep protect memories from retroactive interference? *Psychonomic Bulletin & Review*, 30, 2296–2304. <https://doi.org/10.3758/s13423-023-02264-8>
- Ahmadov, H. (2026). Aprendizaje y neuroplasticidad: Fundamentos científicos para la optimización de los procesos educativos. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 9(4), 44–52. <https://doi.org/10.62452/5wa9cw89>
- Ataei, N., Simo, M., Bergers, D., Schoch, S., Axmacher, N., & Dresler, M. (2023). Learning during sleep in humans: A historical review. *Sleep Medicine Reviews*, 72, 101852. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2023.101852>
- Baker, A. E., Galván, A., & Fuligni, A. J. (2025). The connecting brain in context: How adolescent plasticity supports learning and development. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 71, 101486. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2024.101486>
- Barrón Adame, J. M., Ramírez Lemus, L., & López Salinas, R. M. (2026). Effects of neurofeedback on cognitive self-regulation and its social impact in university students. *NeuroData*, 3, 153. <https://doi.org/10.63688/neurodata2026153>
- Bates, G. (2024). Retrieval practice “in the wild”: Teachers’ reported use of retrieval practice in the classroom. *Mind, Brain, and Education*, 18(4), 391–403. <https://doi.org/10.1111/mbe.12420>
- Bego, C. R., Lyle, K. B., Ralston, P. A. S., Immekus, J. C., Chastain, R. J., Haynes, L. D., Hoyt, L. K., & Pigg, R. M. (2024). Single-paper meta-analyses of the effects of spaced retrieval practice in nine introductory STEM courses: Is the glass half full or half empty? *International Journal of STEM Education*, 11, Article 9. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00468-5>
- Bei, E., Argiropoulos, D., Van Herwegen, J., Incognito, O., Menichetti, L., Tarchi, C., & Pecini, C. (2024). Neuromyths: Misconceptions about neurodevelopment by Italian teachers. *Trends in Neuroscience and Education*, 34, 100219. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2023.100219>
- Brandmo, C., & Gamlem, S. M. (2025). Students’ perceptions and outcome of teacher feedback: A systematic review. *Frontiers in Education*, 10, 1572950. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1572950>
- Brodt, S., Inostroza, M., Niethard, N., & Born, J. (2023). Sleep—A brain-state serving systems memory consolidation. *Neuron*, 111(7), 1050–1075. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2023.03.005>
- Clinton-Lisell, V., & Litzinger, C. (2024). Is it really a neuromyth? A meta-analysis of the learning styles matching hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 15, 1428732. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1428732>
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 51–57. <https://doi.org/10.1177/0963721409359277>
- Deng, L., Zhou, Y., & Broadbent, J. (2024). Distraction, multitasking and self-regulation inside university classroom. *Education and Information Technologies*, 29(18), 23957–23979. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12786-w>
- Deng, R., Jiang, M., Yu, X., Lu, Y., & Liu, S. (2025). Does ChatGPT enhance student learning? A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Computers & Education*, 227, 105224. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105224>
- Dörrenbächer-Ulrich, L., & Bregulla, M. (2024). The relationship between self-regulated learning and executive functions: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 36(3), Article 95. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09932-8>
- Dörrenbächer-Ulrich, L., Dilhuit, S., & Perels, F. (2024). Investigating the relationship between self-

- regulated learning, metacognition, and executive functions by focusing on academic transition phases: A systematic review. *Current Psychology*, 43, 16045–16072. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-05551-8>
- Edmondson, A. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly*, 44(2), 350–383. <https://doi.org/10.2307/2666999>
- Emslander, V., Holzberger, D., Ofstad, S. B., Fischbach, A., & Scherer, R. (2025). Teacher-student relationships and student outcomes: A systematic second-order meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 151(3), 365–397. <https://doi.org/10.1037/bul0000461>
- Estrella Romero, V. A., Guzmán Ramírez, A. C., Apaza Zapana, E., & Quinaluisa Narváez, K. B. (2025). Brain-computer interfaces in university education: Pedagogical possibilities and ethical dilemmas. *NeuroData*, 2, 101. <https://doi.org/10.63688/neurodata2025101>
- Evans, P., Vansteenkiste, M., Parker, P., Kingsford-Smith, A., & Zhou, S. (2024). Cognitive load theory and its relationships with motivation: A self-determination theory perspective. *Educational Psychology Review*, 36, Article 7. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09841-2>
- Fernández Delgado, J. C. M. (2026). Neurosurveillance in academic settings. *NeuroData*, 3, 151. <https://doi.org/10.63688/neurodata2026151>
- Fernández Ortube, A., Panadero, E., & Dignath, C. (2024). Self-regulated learning interventions for pre-service teachers: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 36, Article 113. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09919-5>
- Frenzel, A. C., Taxer, J. L., Schwab, C., & Kuhbandner, C. (2024). Addressing the reciprocal nature of effects in teacher motivation research: A study on relations among teacher motivation, student-reported teaching, and student enjoyment and achievement. *Learning and Instruction*, 90, 101862. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101862>
- Gambini López, I., Osorio Vidal, V. G., & Palomino Alca, J. T. (2024). El estrés académico en el aprendizaje de los estudiantes universitarios. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(32). <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i32.742>
- Gellisch, M., Bablok, M., Brand-Saberi, B., & Schäfer, T. (2024). Neurobiological stress markers in educational research: A systematic review of physiological insights in health science education. *Trends in Neuroscience and Education*, 37, 100242. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2024.100242>
- Gkintoni, E., Vassilopoulos, S. P., & Nikolaou, G. (2025). Brain-inspired multisensory learning: A systematic review of neuroplasticity and cognitive outcomes in adult multicultural and second language acquisition. *Biomimetics*, 10(6), 397. <https://doi.org/10.3390/biomimetics10060397>
- Gladstone, J. R., Schroeder, N. L., Heidig, S., Zhang, S., Palaguachi, C., & Pitera, M. (2025). Do pedagogical agents enhance student motivation? Unraveling the evidence through meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 37, Article 72. <https://doi.org/10.1007/s10648-025-10050-2>
- Gonçalves, A. de O., Muniz, B. F. B., & Jaeger, A. (2025). Retrieval practice versus elaborative encoding: A systematic and meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 37, Article 100. <https://doi.org/10.1007/s10648-025-10076-6>
- Gutiérrez Rodríguez, W. Á., Mamani Torres, G., & Mamani Acarapi, J. (2025). The use of brain-computer interfaces in education: Potential and risks. *NeuroData*, 2, 109. <https://doi.org/10.63688/neurodata2025109>
- He, G., Chen, S., Lin, H., & Su, A. (2024). The association between initial metacognition and subsequent academic achievement: A meta-analysis of longitudinal studies. *Educational Psychology Review*, 36, Article 81. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09922-w>

- Hemmler, Y. M., & Ifenthaler, D. (2024). Self-regulated learning strategies in continuing education: A systematic review and meta-analysis. *Educational Research Review*, 45, 100629. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100629>
- Hernández Cueva, E. J., Campoverde Córdova, J. del C., Benites Coronel, C. R., & Benites Coronel, J. J. (2025). Neuroeducación y su incidencia en Educación Básica. *Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society*. https://sds.estrellaediciones.com/index.php/sciences_discoveries_and_society/article/view/233
- Jirout, J. J., Evans, N. S., & Son, L. K. (2024). Curiosity in children across ages and contexts. *Nature Reviews Psychology*, 3, 622–635. <https://doi.org/10.1038/s44159-024-00346-5>
- Kim, Y. E., Zepeda, C. D., & Butler, A. C. (2023). An interdisciplinary review of self-regulation of learning: Bridging cognitive and educational psychology perspectives. *Educational Psychology Review*, 35(3), Article 92. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09800-x>
- López Carrasco, L. M., López Carrasco, L. A., Carrasco Izurieta, L. P., & Tiglla Gaibor, B. I. (2026). Neuroeducation and emotional regulation as predictors of academic performance in elementary school students. *NeuroData*, 3, 173. <https://doi.org/10.63688/neurodata2026173>
- Mao, F., Huang, F., Zhao, S., & Fang, Q. (2024). Effects of cognitively engaging physical activity interventions on executive function in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15, 1454447. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1454447>
- Milbocker, K. A., Smith, I. F., & Klintsova, A. Y. (2024). Maintaining a dynamic brain: A review of empirical findings describing the roles of exercise, learning, and environmental enrichment in neuroplasticity from 2017–2023. *Brain Plasticity*, 9(1–2), 75–95. <https://doi.org/10.3233/BPL-230151>
- Moreira Parrales, M. L., Murillo Sánchez, M. M., Vite Juanazo, L. V., & Cifuentes Moreira, J. E. (2025). Mathematics in rural upper secondary education and cognitive enhancement: Opportunities and tensions in the use of technologies to improve performance. *NeuroData*, 2, 114. <https://doi.org/10.63688/neurodata2025114>
- Olid-Luque, M., Ayllón-Salas, P., Arco-Tirado, J. L., & Fernández-Martín, F. D. (2025). Impact of self-regulated learning programs in primary education: A systematic review. *Psychology in the Schools*, 62(3), 734–755. <https://doi.org/10.1002/pits.23352>
- Park, J., Paxtle-Granjeno, J., Ok, M. W., Shin, M., & Wilson, E. (2025). Preventing digital distraction in secondary classrooms: A quasi-experimental study. *Computers & Education*, 227, 105223. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105223>
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., & Sinatra, G. M. (2017). Measuring emotions during epistemic activities: The Epistemically-Related Emotion Scales. *Cognition and Emotion*, 31(6), 1268–1276. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1204989>
- Peñafiel Villavicencio, P. V., Trejo Lozano, R., Paredes Andrade, Y. L., & Vieyra González, F. J. (2025). Neurotechnologies and higher learning: From the lab to the classroom. *NeuroData*, 2, 104. <https://doi.org/10.63688/neurodata2025104>
- Pradeep, K., Sulur Anbalagan, R., Thangavelu, A. P., Aswathy, S., Jisha, V. G., & Vaisakhi, V. S. (2024). Neuroeducation: Understanding neural dynamics in learning and teaching. *Frontiers in Education*, 9, 1437418. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1437418>

- Qi, M., Liu, W., Li, M., Wang, G., & Liu, B. (2025). The impact of achievement emotions on learning performance in online learning context: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 16, 1599543. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1599543>
- Ramos Huacho, M. E., Vega Vilca, C. S., Rojas Espinoza, B. I., & Pilar Bueno, W. T. (2025). Estrategias metacognitivas en el aprendizaje: Revisión sistemática. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 9(37). <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i37.997>
- Robles Ramírez, A. J., Gavilanes Guzman, G. I., & Rodríguez Estrella, S. S. (2025). Aplicación de la neurociencia educativa en la mejora de la comprensión lectora en estudiantes de educación primaria. *Imperium Académico Multidisciplinary Journal*, 2(3). <https://doi.org/10.63969/nheqvr07>
- Romero-Méndez, C. A., & Romero-Méndez, D. L. (2024). Procrastinación académica, adicción a redes sociales y funciones ejecutivas: Un estudio de autorreporte en adolescentes. *Revista Panamericana de Pedagogía*, 38, 110–127. <https://doi.org/10.21555/rpp.vi38.3126>
- Rousseau, L. (2024). Dispelling educational neuromyths: A review of in-service teacher professional development interventions. *Mind, Brain, and Education*, 18(3), 270–287. <https://doi.org/10.1111/mbe.12414>
- Sana, F., & Fenesi, B. (2025). Working memory and instructional fit: Reintroducing aptitude–treatment interaction in education research. *Behavioral Sciences*, 15(6), 765. <https://doi.org/10.3390/bs15060765>
- Segura Delgado, P. A., & Ramírez Bahena, M. H. (2026). Formación docente en neuroeducación: Una revisión sistemática. *Journal of Neuroeducation*, 6(2), 184–198. <https://doi.org/10.1344/joned.v6i2.51088>
- Seufert, T., Hamm, V., Vogt, A., & Riemer, V. (2024). The interplay of cognitive load, learners' resources and self-regulation. *Educational Psychology Review*, 36, Article 50. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09890-1>
- Suárez Perdomo, A., & Ruiz Alfonso, Z. (2024). Changes in procrastinating behaviour through intervention in university students: A systematic review. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 22(63), 441–468. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v22i63.9156>
- Suárez Pérez, R. N. (2026). Bases de la neuroeducación: Funcionamiento del cerebro en el aprendizaje. *Star of Sciences Multidisciplinary Journal*. <https://doi.org/10.63969/r0yyk319>
- Suárez Pérez, R. N. (2026). Neurodidáctica aplicada: Enfoques pedagógicos basados en la ciencia del aprendizaje para mejorar la atención y la memoria. *Star of Sciences Multidisciplinary Journal*. <https://doi.org/10.63969/674qqj56>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31, 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Trumble, E., Lodge, J. M., Mandrusiak, A., & Forbes, R. (2024). Systematic review of distributed practice and retrieval practice in health professions education. *Advances in Health Sciences Education*, 29, 689–714. <https://doi.org/10.1007/s10459-023-10274-3>
- Tsang, P.-Y., Francis, G. A., & Pavlidou, E. (2024). Educational neuromyths and instructional practices: The case of inclusive education teachers in Hong Kong. *Trends in Neuroscience and Education*, 34, 100221. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2024.100221>
- Turner, M., & Hodis, F. A. (2023). A systematic review of interventions to reduce academic procrastination and implications for instructor-based classroom interventions. *Educational*

- Psychology Review, 35, Article 118. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09838-x>
- van Nooijen, C. C. A., de Koning, B. B., Bramer, W. M., Isahakyan, A., Asoodar, M., Kok, E., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2024). A cognitive load theory approach to understanding expert scaffolding of visual problem-solving tasks: A scoping review. *Educational Psychology Review*, 36, Article 12. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09848-3>
- Weighall, A., & Kellar, I. (2023). Sleep and memory consolidation in healthy, neurotypical children, and adults: A summary of systematic reviews and meta-analyses. *Emerging Topics in Life Sciences*, 7(5), 513–524. <https://doi.org/10.1042/ETLS20230110>
- Williams, K. E., Burr, T., L'Estrange, L., & Walsh, K. (2025). Early childhood educators' use of neuroscience: Knowledge, attitudes, self-efficacy and professional learning. *Trends in Neuroscience and Education*, 38, 100247. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2025.100247>
- Wixted, J. T. (2004). The psychology and neuroscience of forgetting. *Annual Review of Psychology*, 55, 235–269. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.141555>
- Xie, J., Cho, K. W., Wei, T., Xu, J., & Fan, M. (2025). The effects of academic emotions on learning outcomes: A three-level meta-analysis of research conducted between 2000 and 2024. *Learning and Motivation*, 90, 102109. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2025.102109>
- Xie, Y., Zeng, F., & Yang, Y. (2024). A meta-analysis of the relationship between metacognition and academic achievement in mathematics: From preschool to university. *Acta Psychologica*, 249, 104486. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104486>
- Zambrano R., J., Chaguay, J., Mayorga, J., Kirschner, P. A., Parra, W., & Lazo, A. (2025). Prevalence of educational myths among Ecuadorian teachers. *Trends in Neuroscience and Education*, 41, 100273. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2025.100273>
- Zang, W., Zhu, J., Xiao, N., & Fang, M. (2024). Effects of aerobic exercise on children's executive function and academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*, 10(7), e28633. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28633>
- Zhao, Y., Li, Y., Ma, S., Xu, Z., & Zhang, B. (2025). A meta-analysis of the correlation between self-regulated learning strategies and academic performance in online and blended learning environments. *Computers & Education*, 230, 105279. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105279>
- Zheng, B., & Sun, T. (2025). Self-regulated learning and learning outcomes in undergraduate and graduate medical education: A meta-analysis. *Evaluation & the Health Professions*, 48(4), 430–450. <https://doi.org/10.1177/01632787241288849>



Resumen

La obra *Un cerebro que aprende* integra aportes de la neurociencia, la psicología cognitiva, la psicología educativa y las ciencias del aprendizaje para comprender cómo se construyen, mantienen y regulan los aprendizajes. Analiza la neuroplasticidad, la atención, la memoria, el olvido, las emociones, la motivación, la curiosidad, las funciones ejecutivas, la metacognición y la autorregulación desde una perspectiva crítica y basada en evidencia. También examina neuromitos, prácticas de recuperación, retroalimentación, sueño, carga cognitiva y transferencia, vinculando estos procesos con decisiones pedagógicas concretas. La obra incorpora además reflexiones sobre inteligencia artificial, analítica educativa, neurotecnologías, privacidad, equidad y ética. Su propuesta evita recetas universales y plantea que la evidencia científica debe integrarse con el conocimiento pedagógico, la experiencia profesional y el contexto para diseñar experiencias de aprendizaje más rigurosas, responsables y ajustadas a las necesidades reales de los estudiantes, favoreciendo comprensión, autonomía, participación y transferencia del conocimiento.

Palabras clave: Neuroeducación; Psicología cognitiva; Ciencias del aprendizaje; Autorregulación; Inteligencia artificial.

Abstract

Un cerebro que aprende integrates contributions from neuroscience, cognitive psychology, educational psychology, and the learning sciences to explain how learning is constructed, maintained, and regulated. It examines neuroplasticity, attention, memory, forgetting, emotions, motivation, curiosity, executive functions, metacognition, and self-regulation from a critical, evidence-informed perspective. It also addresses retrieval practice, feedback, sleep, cognitive load, transfer, and common neuromyths, linking these processes to concrete pedagogical decisions. The book further explores artificial intelligence, learning analytics, neurotechnology, privacy, equity, and ethics in contemporary education. Rather than offering universal formulas, it argues that scientific evidence should be integrated with pedagogical knowledge, professional experience, and educational context to design rigorous and responsible learning experiences that respond to students' real needs, while promoting understanding, autonomy, participation, and meaningful transfer of knowledge across contexts.

Keywords: Neuroeducation; Cognitive psychology; Learning sciences; Self-regulation; Artificial intelligence.



ISBN: 978-9907-9579-2-1

