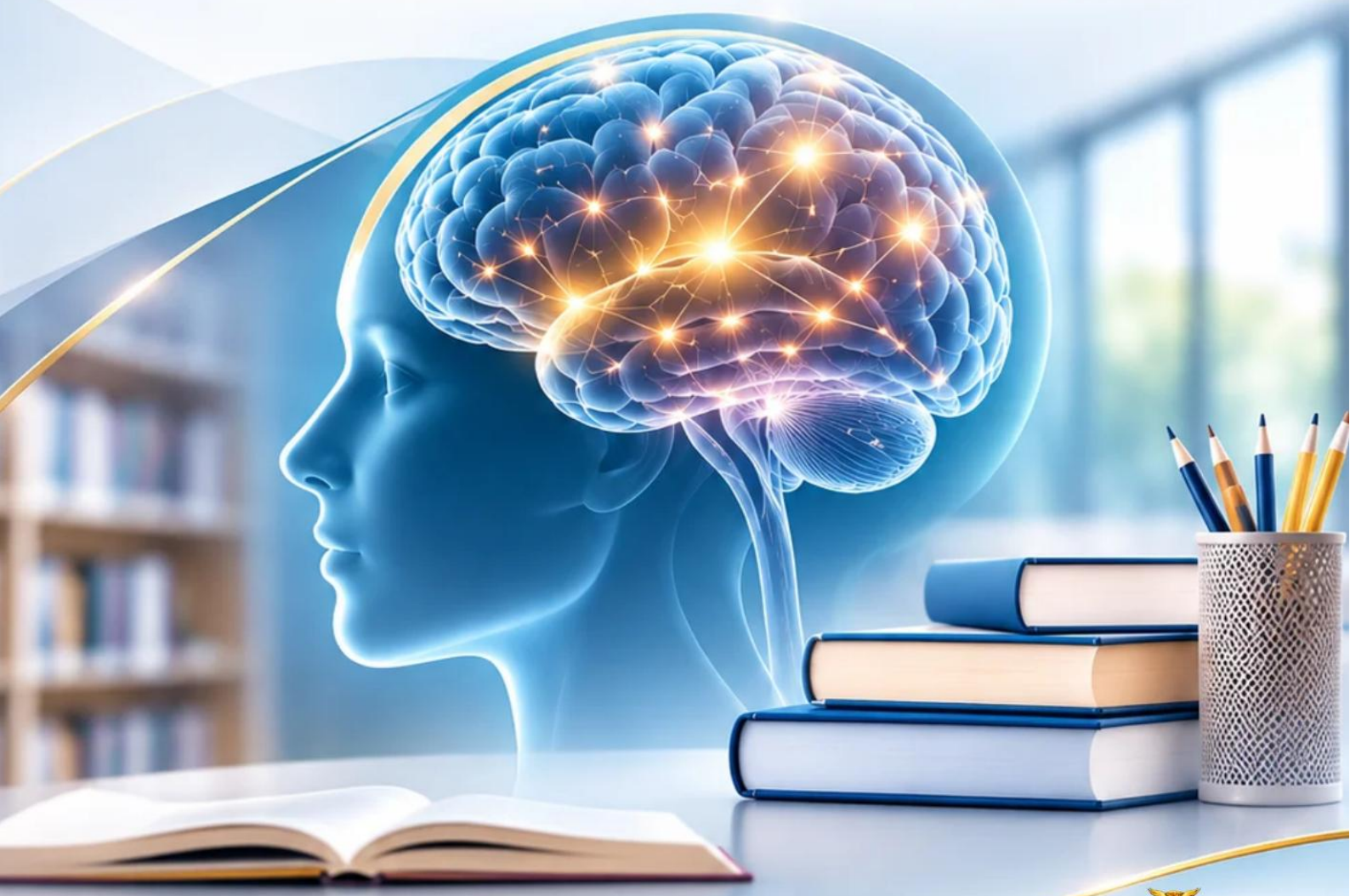
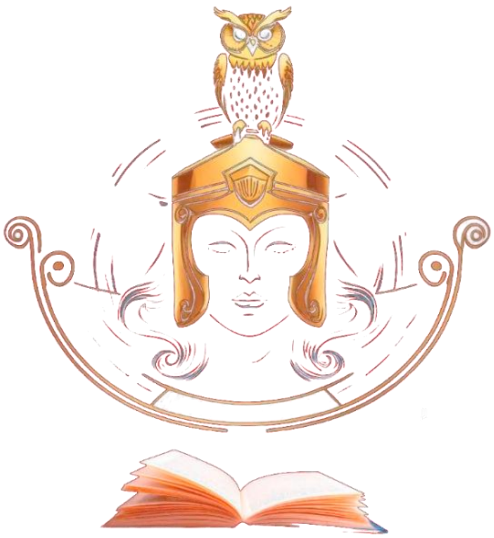
Neuroeducación en el aula

Del funcionamiento cerebral a las prácticas pedagógicas contemporáneas.



ATHENA NOVA
EDITORIAL


ATHENA NOVA



ATHENA NOVA
EDITORIAL

Neuroeducación en el aula: del funcionamiento cerebral a las prácticas pedagógicas contemporáneas

Neuroeducation in the Classroom: From Brain Functioning to Contemporary Pedagogical Practices

ISBN: 978-9907-857-07-8



ISBN: *978-9907-857-07-8*



ATHENA NOVA EDITORIAL

Neuroeducación en el aula: del funcionamiento cerebral a las prácticas pedagógicas contemporáneas

Autores:

Leonel Abraham Ceballos Medina
Elizabeth Bricio Robles
Gonzalo Amarante Sánchez Méndez
Juan Carlos Arturo González Castro



ISBN: *978-9907-857-07-8*



Licencia Creative Commons:

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

(CC BY-NC-SA 4.0)

Primera Edición, noviembre 2026

Neuroeducación en el aula: del funcionamiento cerebral a las prácticas pedagógicas contemporáneas.

ISBN: 978-9907-857-07-8
DOI: https://doi.org/10.64245/eanean65

Editado por:
Sello editorial: ©Athena Nova

Editorial: © Athena Nova Editorial Académica
Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

Teléfono: +593 99 285 3827
Código Postal: 060111

Corrección y diseño:
©Athena Nova Editorial Académica
Diseñador Gráfico: Diego Fernando Barrionuevo

Diseño, Montaje y Producción Editorial:
©Athena Nova Editorial Académica
Diseñador Gráfico: Joseph Alexander Cepeda

Diseño y Producción Editorial: Franklin Fernando Quintero
Editor: Daniela Margoth Caichug

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review)

Revisado y publicado en Ecuador

AUTORES

Leonel Abraham Ceballos Medina
Instituto de Estudios Superiores de la red Iberoamericana de Academias de Investigación campus virtual Hidalgo, México.
leonelabrahamceballosmedina@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-5290-3627

Elizabeth Bricio Robles
Universidad de Colima, Colima, México.
ebricio@ucol.mx
https://orcid.org/0009-0007-8465-4130

Gonzalo Amarante Sánchez Méndez
ISSSTE Hospital "Dr. Belisario Domiguez", México.
gonzalo.sanchez46@unach.mx
https://orcid.org/0009-0009-3887-1550

Juan Carlos Arturo González Castro
Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
Juanc.gonzalezcst@uanl.edu.mx
https://orcid.org/0000-0001-8886-5129

Forma sugerida de citación: Ceballos Medina, L. A., Bricio Robles, E., Sánchez Méndez, G. A., & González Castro, J. C. A. (2026). Neuroeducación en el aula: del funcionamiento cerebral a las prácticas pedagógicas contemporáneas. Athena Nova Editorial Académica.

ÍNDICE

ÍNDICE viii
ÍNDICE DE FIGURAS x
ÍNDICE DE TABLAS xi
RESUMEN 1
ABSTRACT 2
PRÓLOGO 3
INTRODUCCIÓN 6
CAPÍTULO I. 10
1 Del conocimiento del cerebro a la comprensión del aprendizaje 10
1.1 Neuroeducación y ciencias del aprendizaje: articulación entre neurociencia, psicología cognitiva y pedagogía 10
1.2 Neuro plasticidad y aprendizaje: cómo las experiencias educativas participan en la reorganización cerebral 14
1.3 Evidencia científica, neuromitos y límites de la interpretación neuroeducativa 21
1.4 Reflexión del capítulo I 28
CAPÍTULO II. 33
2 Condiciones cognitivas y emocionales que preparan el aprendizaje 33
2.1 Conocimientos previos, desarrollo neurocognitivo y diferencias individuales en la disposición para aprender 33
2.2 Emociones, estrés y bienestar: su relación con la experiencia educativa 35
2.3 Motivación, curiosidad y expectativas como factores que influyen en el compromiso con el aprendizaje 38
2.4 Reflexión del capítulo II 42
CAPÍTULO III. 48
3 Atención, comprensión y construcción del conocimiento en el aula 48
3.1 Atención y memoria de trabajo: capacidades, limitaciones y exigencias cognitivas de la enseñanza 48
3.2 Procesamiento de la información, carga cognitiva y organización de experiencias de aprendizaje 51
3.3 Interacción pedagógica, práctica guiada y desarrollo progresivo de la autonomía cognitiva 55
3.4 Reflexión del capítulo III 59
CAPÍTULO IV. 66

4 Consolidación, recuperación y transferencia del aprendizaje 66

4.1 Memoria a largo plazo, consolidación del conocimiento y mecanismos del olvido .. 66

4.2 Recuperación activa, práctica espaciada e intercalada para favorecer aprendizajes duraderos 69

4.3 Retroalimentación, evaluación formativa y transferencia del conocimiento a nuevas situaciones 73

4.4 Reflexión del capítulo IV 78

CAPÍTULO V. 87

5 Neuroeducación y transformación de las prácticas pedagógicas contemporáneas 87

5.1 Diversidad neurocognitiva, inclusión y diseño de experiencias educativas flexibles 87

5.2 Tecnologías digitales e inteligencia artificial: oportunidades y límites desde las ciencias del aprendizaje 90

5.3 Implementación y evaluación de prácticas neuroeducativas basadas en evidencia . 93

5.4 Reflexión del capítulo V 98

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 100

ISBN: *978-9907-857-07-8*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relación entre experiencia educativa y neuro plasticidad cerebral 16
Figura 2 Factores que influyen en la motivación y el compromiso con el aprendizaje .41
Figura 3 Carga cognitiva y procesamiento de la información durante el aprendizaje ...52
Figura 4 Distribución temporal de la práctica espaciada y la recuperación activa.....71
Figura 5 Ciclo de implementación y evaluación de prácticas neuroeducativas basadas en evidencia 95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones iniciales del aprendizaje y criterios para su identificación en el aula.....35
Tabla 2 Condiciones emocionales y respuestas pedagógicas pertinentes 37
Tabla 3 Criterios de organización pedagógica para regular las exigencias cognitivas...54
Tabla 4 Progresión de la práctica guiada hacia la autonomía cognitiva.....57
Tabla 5 Estrategias de práctica para favorecer la retención del aprendizaje 72
Tabla 6 Relación entre evaluación formativa, retroalimentación y mejora del aprendizaje.....76
Tabla 7 Criterios para el diseño de experiencias educativas inclusivas y flexibles.....89
Tabla 8 Criterios para implementar y evaluar prácticas neuroeducativas 96

ISBN: *978-9907-857-07-8*

RESUMEN

La neuroeducación constituye un campo interdisciplinario que integra aportes de la neurociencia, la psicología cognitiva y la pedagogía para comprender los procesos de aprendizaje y orientar prácticas educativas fundamentadas en evidencia científica. Este libro examina la relación entre el funcionamiento cerebral y la enseñanza, considerando las posibilidades y limitaciones de trasladar los hallazgos neurocientíficos a los contextos educativos. Se analizan la neuro plasticidad, los conocimientos previos, las emociones, la motivación y los procesos cognitivos que intervienen en la construcción del conocimiento. Asimismo, se abordan la atención, la memoria de trabajo, la carga cognitiva y las estrategias que favorecen la consolidación, recuperación y transferencia del aprendizaje. La obra incorpora una perspectiva crítica sobre los neuromitos, la diversidad neurocognitiva, la inclusión y el uso de tecnologías digitales e inteligencia artificial. Finalmente, destaca la importancia de diseñar, implementar y evaluar prácticas pedagógicas que articulen el conocimiento científico con las necesidades educativas. Su propósito es contribuir a una comprensión integral del aprendizaje y fortalecer una enseñanza reflexiva, inclusiva y sustentada en evidencias verificables.

Palabras clave: neuroeducación, neuro plasticidad, ciencias del aprendizaje, procesos cognitivos, prácticas pedagógicas, inclusión educativa.

ISBN: *978-9907-857-07-8*

ABSTRACT

Neuroeducation is an interdisciplinary field that integrates contributions from neuroscience, cognitive psychology, and pedagogy to understand learning processes and guide educational practices grounded in scientific evidence. This book examines the relationship between brain functioning and teaching, considering both the possibilities and limitations of applying neuroscientific findings to educational contexts. It explores neuroplasticity, prior knowledge, emotions, motivation, and the cognitive processes involved in knowledge construction. It also addresses attention, working memory, cognitive load, and strategies that promote learning consolidation, retrieval, and transfer. The book adopts a critical perspective on neuromyths, neurocognitive diversity, educational inclusion, and the use of digital technologies and artificial intelligence. Finally, it emphasizes the importance of designing, implementing, and evaluating pedagogical practices that connect scientific knowledge with educational needs. Its purpose is to contribute to a comprehensive understanding of learning and to strengthen reflective, inclusive, and evidence-based teaching.

Keywords: neuroeducation, neuroplasticity, learning sciences, cognitive processes, pedagogical practices, educational inclusion.

ISBN: *978-9907-857-07-8*

PRÓLOGO

Comprender cómo aprende el ser humano constituye uno de los desafíos más importantes de la educación. Durante décadas, la investigación científica ha contribuido a explicar los procesos que intervienen en la adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades y la adaptación a nuevas experiencias. Los avances de la neurociencia y la psicología cognitiva han ampliado esta comprensión, al proporcionar evidencias sobre el funcionamiento cerebral y su relación con las capacidades que participan en el aprendizaje. Estos conocimientos abren nuevas posibilidades para reflexionar sobre la enseñanza, aunque también plantean la necesidad de interpretar sus implicaciones educativas con rigor y prudencia.

La neuroeducación surge de este encuentro entre disciplinas, no como una metodología destinada a reemplazar los enfoques pedagógicos existentes, sino como un campo de conocimiento que busca enriquecer su fundamentación científica. Su relevancia reside en la posibilidad de establecer relaciones entre los mecanismos neurocognitivos, las experiencias educativas y las decisiones que orientan la práctica docente. Comprender estas relaciones exige reconocer que el aprendizaje no puede reducirse a la actividad cerebral, pues también intervienen las emociones, las experiencias previas, las interacciones sociales y las condiciones culturales en las que se desarrolla la educación.

La presente obra, *Neuroeducación en el aula: del funcionamiento cerebral a las prácticas pedagógicas contemporáneas*, nace del interés por ofrecer una aproximación académica que integre estos conocimientos y examine su pertinencia para la enseñanza. Su propósito es contribuir a una comprensión fundamentada de los procesos de aprendizaje, evitando tanto las explicaciones exclusivamente biológicas como las interpretaciones que atribuyen a la neurociencia soluciones universales para los desafíos educativos.

A lo largo de sus cinco capítulos, el libro desarrolla una perspectiva que relaciona los fundamentos neurocientíficos con las condiciones cognitivas, emocionales y pedagógicas que intervienen en la construcción del conocimiento. La atención, la memoria, la motivación, la neuro plasticidad y la consolidación del aprendizaje se examinan desde sus aportaciones científicas y sus implicaciones educativas. Esta aproximación permite reconocer que una enseñanza eficaz no depende únicamente de la cantidad de información transmitida, sino de las oportunidades que ofrece para comprender, relacionar, recuperar y utilizar los conocimientos adquiridos.

La obra también incorpora una reflexión crítica sobre los neuromitos y las dificultades que pueden surgir cuando los hallazgos científicos se trasladan al ámbito educativo sin considerar sus límites metodológicos. La difusión de conceptos relacionados con el cerebro ha despertado un creciente interés entre los profesionales de la educación, pero no todas las propuestas presentadas como neuroeducativas cuentan con evidencia suficiente. Distinguir entre conocimientos consolidados, hipótesis científicas y afirmaciones infundadas constituye una responsabilidad indispensable para fortalecer la calidad de las prácticas pedagógicas.

Los desafíos contemporáneos de la educación amplían esta reflexión hacia el reconocimiento de la diversidad neurocognitiva, el diseño de experiencias inclusivas y la incorporación responsable de tecnologías digitales e inteligencia artificial. Estas transformaciones requieren criterios que permitan valorar su pertinencia más allá de la novedad de los recursos utilizados. La innovación adquiere significado educativo cuando contribuye a mejorar las oportunidades de aprendizaje, respeta las diferencias individuales y favorece el desarrollo de capacidades intelectuales que puedan utilizarse en distintos contextos.

Este libro está dirigido a docentes, investigadores, estudiantes de educación y profesionales interesados en comprender las relaciones entre neurociencia y pedagogía. Su contenido busca ofrecer fundamentos

conceptuales que favorezcan el análisis crítico de la enseñanza y la toma de decisiones sustentadas en investigaciones verificables, sin desconocer la experiencia profesional ni las particularidades de cada entorno educativo.

La comprensión del cerebro representa una contribución valiosa al conocimiento del aprendizaje humano, pero su verdadero potencial educativo depende del diálogo con otras disciplinas y de la capacidad para transformar la evidencia científica en prácticas pertinentes. Desde esta perspectiva, la neuroeducación invita a fortalecer una enseñanza reflexiva, rigurosa e inclusiva, en la que los avances científicos no sustituyan el criterio pedagógico, sino que contribuyan a enriquecerlo. Esta es la reflexión que orienta la presente obra y el aporte que aspira a ofrecer al estudio y mejoramiento de la educación contemporánea.

> "Comprender cómo aprende el cerebro amplía nuestra mirada sobre la educación; enseñar con fundamento científico, sensibilidad humana y criterio pedagógico es lo que permite transformar ese conocimiento en oportunidades reales de aprendizaje"

ISBN: *978-9907-857-07-8*

INTRODUCCIÓN

Comprender cómo aprenden las personas constituye una preocupación central de las ciencias de la educación. Los avances en neurociencia y psicología cognitiva han ampliado el conocimiento sobre los procesos que intervienen en la adquisición, organización y utilización de la información, ofreciendo nuevas perspectivas para examinar las condiciones que favorecen el aprendizaje. Estas contribuciones han impulsado el desarrollo de la neuroeducación como un campo interdisciplinario que busca establecer relaciones fundamentadas entre el funcionamiento cerebral, los procesos cognitivos y las prácticas pedagógicas. Su relevancia radica en la posibilidad de enriquecer la comprensión de los fenómenos educativos mediante conocimientos científicos que permitan analizar críticamente las decisiones relacionadas con la enseñanza.

La incorporación de los hallazgos neurocientíficos al ámbito educativo plantea desafíos conceptuales y metodológicos. Los mecanismos cerebrales que participan en el aprendizaje no pueden interpretarse de manera aislada de las experiencias individuales, las condiciones emocionales y los contextos socioculturales. Tampoco resulta científicamente adecuado transformar cada descubrimiento sobre la actividad neuronal en una recomendación pedagógica. La relación entre neurociencia y educación requiere integrar diferentes niveles de explicación, reconocer los límites de las investigaciones disponibles y distinguir entre principios respaldados por evidencia y afirmaciones que carecen de suficiente fundamento.

La obra Neuroeducación en el aula: del funcionamiento cerebral a las prácticas pedagógicas contemporáneas tiene como propósito analizar los fundamentos científicos del aprendizaje humano y sus implicaciones para el diseño, desarrollo y evaluación de experiencias educativas. Su contenido se sustenta en una revisión bibliográfica crítica de alcance internacional, que incorpora investigaciones recientes y

contribuciones teóricas fundamentales de la neurociencia, la psicología cognitiva y la pedagogía. El análisis privilegia la comprensión conceptual, el contraste de perspectivas y la identificación de criterios que permitan relacionar los conocimientos científicos con las necesidades de los contextos educativos.

El libro se organiza en cinco capítulos que desarrollan progresivamente las relaciones entre los procesos neurocognitivos y las decisiones pedagógicas. El primer capítulo examina los fundamentos de la neuroeducación, su articulación con las ciencias del aprendizaje y el papel de la neuroplasticidad en la adaptación cerebral. También aborda los neuromitos y las limitaciones de trasladar directamente los resultados neurocientíficos a las prácticas de enseñanza, estableciendo una perspectiva crítica para interpretar los contenidos posteriores.

El segundo capítulo analiza las condiciones cognitivas y emocionales que intervienen en la disposición para aprender. Se estudia la influencia de los conocimientos previos, el desarrollo neurocognitivo y las diferencias individuales, junto con el papel de las emociones, el estrés y el bienestar en la experiencia educativa. La motivación, la curiosidad y las expectativas se examinan como factores que pueden favorecer la participación y el compromiso académico, considerando su interacción con las características personales y las condiciones del entorno.

El tercer capítulo profundiza en los procesos de atención, comprensión y construcción del conocimiento. Su desarrollo considera las capacidades y limitaciones de la memoria de trabajo, las exigencias del procesamiento de la información y las aportaciones de la teoría de la carga cognitiva al diseño pedagógico. También examina la interacción docente, la práctica guiada y la progresión hacia la autonomía cognitiva, destacando la importancia de organizar experiencias que permitan afrontar desafíos intelectuales con apoyos pertinentes.

El cuarto capítulo aborda la consolidación, recuperación y transferencia del aprendizaje. Se analizan los procesos de memoria a largo plazo, los mecanismos del olvido y las condiciones que contribuyen a la permanencia del conocimiento. La recuperación activa, la práctica espaciada y la intercalación se estudian desde sus fundamentos científicos y posibilidades educativas. Este análisis se complementa con el papel de la retroalimentación y la evaluación formativa en la mejora del desempeño y la aplicación de conocimientos a situaciones diferentes de aquellas en las que fueron adquiridos.

El quinto capítulo examina las posibilidades de transformación de las prácticas pedagógicas contemporáneas desde una perspectiva neuroeducativa. Su contenido integra el reconocimiento de la diversidad neurocognitiva, la inclusión y el diseño de experiencias flexibles, junto con las oportunidades y limitaciones de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial. Finalmente, se consideran los criterios necesarios para implementar y evaluar intervenciones educativas fundamentadas en evidencia, reconociendo la importancia de la formación docente, la pertinencia contextual y la valoración sistemática de los resultados.

Dirigido a docentes, investigadores, estudiantes de educación y profesionales interesados en las ciencias del aprendizaje, este libro busca contribuir a una comprensión rigurosa de la neuroeducación y fortalecer la reflexión sobre las decisiones que orientan la enseñanza.

> “La neuroeducación encuentra su valor cuando el conocimiento científico trasciende la comprensión del cerebro y contribuye a construir experiencias de enseñanza que estimulen el pensamiento y favorezcan aprendizajes significativos y duraderos”.

CAPÍTULO I

Del conocimiento del cerebro a la comprensión del aprendizaje



CAPÍTULO I.

1 Del conocimiento del cerebro a la comprensión del aprendizaje

1.1 Neuroeducación y ciencias del aprendizaje: articulación entre neurociencia, psicología cognitiva y pedagogía

La comprensión del aprendizaje humano ha experimentado transformaciones significativas a partir del desarrollo de las neurociencias y de su aproximación a las disciplinas educativas. El conocimiento sobre la actividad cerebral permite examinar los procesos biológicos que intervienen en la adquisición de habilidades, la construcción de conocimientos y la adaptación a nuevas experiencias. Su incorporación al ámbito educativo ha ampliado las posibilidades de interpretar los fenómenos del aprendizaje desde una perspectiva interdisciplinaria, sin reducirlos exclusivamente a su dimensión neuronal.

La neuroeducación surge de la convergencia entre neurociencia, psicología cognitiva y educación, con el propósito de establecer relaciones fundamentadas entre los mecanismos cerebrales y los procesos que tienen lugar durante la enseñanza y el aprendizaje. Su desarrollo responde a la necesidad de comprender cómo las capacidades humanas para aprender se relacionan con las experiencias educativas y de qué manera ese conocimiento puede contribuir al análisis de las prácticas docentes. Thomas et al. (2019) describen la neurociencia educativa como un campo interdisciplinario orientado tanto a investigar los mecanismos neuronales del aprendizaje como a comprender los efectos de la educación sobre el cerebro.

El carácter interdisciplinario de la neuroeducación representa una de sus principales fortalezas y, simultáneamente, uno de sus desafíos científicos. Cada disciplina involucrada emplea conceptos,

métodos y niveles de análisis diferentes. La neurociencia estudia la organización y el funcionamiento del sistema nervioso; la psicología cognitiva examina los procesos mentales implicados en la conducta y el conocimiento; mientras que la pedagogía analiza las condiciones, finalidades y formas de intervención que caracterizan los procesos educativos. La integración de estas perspectivas exige reconocer sus aportaciones particulares y evitar que una explicación biológica sustituya el análisis psicológico o pedagógico.

La neurociencia contribuye a comprender las bases biológicas del aprendizaje mediante el estudio de la actividad neuronal, la comunicación entre regiones cerebrales y los cambios funcionales y estructurales asociados con la experiencia. Los avances en neuroimagen, electrofisiología y otras técnicas de investigación han permitido explorar la participación de diferentes redes cerebrales en actividades cognitivas. Estos procedimientos proporcionan información relevante sobre los mecanismos que sustentan el comportamiento, aunque sus resultados no equivalen directamente a instrucciones sobre cómo enseñar.

La psicología cognitiva constituye un vínculo fundamental entre los hallazgos neurocientíficos y los fenómenos educativos observables. Su campo de estudio comprende procesos como la percepción, la atención, la memoria, el razonamiento y la resolución de problemas. Mediante investigaciones experimentales y conductuales, permite analizar cómo las personas procesan la información, construyen representaciones mentales y utilizan conocimientos previamente adquiridos. Esta perspectiva resulta especialmente importante porque las modificaciones en el funcionamiento cerebral deben interpretarse en relación con las capacidades cognitivas y los comportamientos que acompañan al aprendizaje.

La pedagogía incorpora una dimensión que trasciende la explicación de los mecanismos cognitivos. Enseñar implica definir objetivos formativos, seleccionar contenidos, organizar experiencias, establecer interacciones y evaluar los aprendizajes alcanzados. Tales

decisiones responden también a criterios culturales, sociales y éticos que no pueden deducirse únicamente del funcionamiento del cerebro. Una estrategia educativa puede resultar compatible con determinados principios cognitivos y, aun así, ser inadecuada para un contexto particular si no considera las características del alumnado, los propósitos curriculares o las condiciones institucionales.

Esta articulación permite comprender por qué la neuroeducación no debe interpretarse como una sustitución de la pedagogía tradicional por explicaciones biológicas. Su contribución consiste en enriquecer la comprensión de los procesos educativos mediante la integración crítica de conocimientos procedentes de distintas disciplinas. Meltzoff et al. (2009) plantearon que una ciencia del aprendizaje requiere relacionar los hallazgos sobre el cerebro con la investigación cognitiva, las interacciones sociales y los contextos donde se desarrollan las experiencias formativas. Desde esta perspectiva, el aprendizaje constituye un fenómeno complejo en el que intervienen procesos biológicos, psicológicos y socioculturales.

La relación entre estas disciplinas tampoco debe concebirse como una transferencia unidireccional de conocimientos desde el laboratorio hacia el aula. Las experiencias educativas generan interrogantes que pueden orientar nuevas investigaciones sobre el funcionamiento cerebral. Las dificultades persistentes en la adquisición de habilidades académicas, las diferencias en las trayectorias de aprendizaje y las respuestas ante distintas formas de enseñanza constituyen fenómenos que pueden investigarse mediante la colaboración entre docentes, psicólogos y neurocientíficos.

Las ciencias del aprendizaje ofrecen un marco integrador para desarrollar este intercambio. Este campo reúne contribuciones de la psicología, la educación, la neurociencia y otras disciplinas interesadas en explicar cómo se aprende en diferentes condiciones. Su orientación permite relacionar los mecanismos individuales de adquisición del conocimiento con las características de las actividades, las interacciones y los entornos educativos. La investigación no se limita a identificar qué

sucede durante una tarea cognitiva, sino que también examina las circunstancias que favorecen el desarrollo de competencias y la utilización de lo aprendido.

La relevancia de esta integración se observa al estudiar un fenómeno como la comprensión lectora. Su análisis neurocientífico puede explorar las redes implicadas en el reconocimiento de palabras y el procesamiento del lenguaje. La psicología cognitiva permite investigar la construcción de significados, las inferencias y la integración de información. La pedagogía, por su parte, examina las condiciones de enseñanza que favorecen el desarrollo de estas capacidades. Ninguna de estas aproximaciones, considerada de manera aislada, ofrece una explicación suficiente de la complejidad del proceso.

La investigación contemporánea ha comenzado a prestar mayor atención a los procedimientos necesarios para transformar los conocimientos neurocientíficos en aplicaciones educativas verificables. Fante y Manganello (2026), mediante una revisión de alcance de 24 estudios empíricos desarrollados en contextos escolares, identificaron avances en la colaboración entre investigadores y educadores, junto con importantes diferencias metodológicas y dificultades para documentar la implementación de las intervenciones. Sus hallazgos evidencian que la relación entre neurociencia y educación requiere mecanismos de colaboración sostenidos, criterios de evaluación y una adaptación fundamentada a las condiciones reales de enseñanza.

Una aproximación interdisciplinaria rigurosa también modifica el papel asignado al docente dentro de la producción y utilización del conocimiento científico. El profesorado no constituye únicamente un destinatario de recomendaciones elaboradas en otros ámbitos. Su experiencia permite reconocer problemas educativos concretos, analizar la viabilidad de determinadas propuestas y valorar sus resultados en situaciones auténticas de aprendizaje. La investigación pedagógica, en consecuencia, debe dialogar con los conocimientos especializados sobre

el cerebro sin perder su autonomía para establecer objetivos, interpretar evidencias y tomar decisiones.

La neuroeducación adquiere relevancia cuando contribuye a formular preguntas pedagógicas más precisas y a examinar críticamente las respuestas disponibles. Conocer los fundamentos biológicos del aprendizaje puede enriquecer el criterio profesional, pero su utilidad depende de la capacidad para relacionar ese conocimiento con investigaciones cognitivas, resultados educativos observables y necesidades contextuales. Su consolidación como campo científico exige, por tanto, una colaboración interdisciplinaria que preserve la complejidad del aprendizaje humano y reconozca tanto las posibilidades como las limitaciones de cada aproximación.

1.2 Neuro plasticidad y aprendizaje: cómo las experiencias educativas participan en la reorganización cerebral

La capacidad del cerebro para modificar su organización y funcionamiento constituye uno de los fundamentos biológicos del aprendizaje. Esta propiedad, denominada neuro plasticidad, comprende un conjunto de mecanismos mediante los cuales el sistema nervioso experimenta modificaciones en respuesta a la actividad, la experiencia y las condiciones del entorno. Su importancia educativa radica en que permite comprender el aprendizaje como un proceso dinámico, asociado con transformaciones en los sistemas neuronales que participan en la adquisición y utilización del conocimiento.

La concepción del cerebro como una estructura adaptable ha sustituido progresivamente las interpretaciones que consideraban su organización funcional prácticamente invariable después de determinadas etapas del desarrollo. Las investigaciones contemporáneas muestran que la plasticidad permanece activa durante toda la vida, aunque sus características, intensidad y condiciones de expresión varían según la edad, las experiencias previas y los sistemas cerebrales

involucrados. Milbocker et al. (2024), en una revisión de investigaciones publicadas entre 2017 y 2023, examinaron la influencia del aprendizaje, la actividad física y las condiciones ambientales sobre distintos procesos de reorganización neuronal. Su análisis confirma que la plasticidad comprende modificaciones que van desde mecanismos celulares hasta cambios en la conectividad y el funcionamiento de las redes cerebrales.

Los mecanismos neuroplásticos pueden manifestarse mediante variaciones en la eficacia de las conexiones sinápticas, modificaciones en las propiedades de las neuronas y procesos de reorganización de los circuitos nerviosos. La plasticidad sináptica representa una de las formas más estudiadas de adaptación neuronal y comprende cambios en la capacidad de comunicación entre neuronas como consecuencia de determinados patrones de actividad. Entre estos procesos se encuentran la potenciación y la depresión a largo plazo, mecanismos relacionados con modificaciones persistentes en la transmisión sináptica y relevantes para comprender las bases celulares de distintas formas de aprendizaje y memoria.

La reorganización cerebral también involucra componentes estructurales y funcionales que exceden la actividad de las conexiones individuales. Los cambios en la organización de las dendritas, las propiedades de los axones, la mielinización y la interacción entre neuronas y células gliales forman parte de los procesos que pueden acompañar la adaptación del sistema nervioso. Zatorre et al. (2012) documentaron que el aprendizaje de nuevas habilidades puede asociarse con modificaciones detectables mediante neuroimagen en la sustancia gris y blanca. Los autores también advirtieron que estas mediciones no permiten identificar directamente todos los mecanismos celulares responsables de los cambios observados, por lo que su interpretación requiere integrar diferentes niveles de investigación.

La plasticidad funcional se refiere a las modificaciones en la actividad y coordinación de las redes neuronales durante la realización de determinadas tareas. A medida que una persona desarrolla una

habilidad, pueden producirse cambios en los patrones de activación cerebral, en la interacción entre regiones y en la distribución de los recursos funcionales implicados. Estas modificaciones no siguen necesariamente una dirección uniforme: un aumento de activación puede reflejar un mayor reclutamiento de recursos, mientras que una disminución puede relacionarse con una ejecución más eficiente, dependiendo de las características de la tarea y del proceso de aprendizaje.

La relación entre plasticidad y experiencia permite comprender que el cerebro no responde de manera idéntica a todas las situaciones educativas. La naturaleza de la actividad, su complejidad, la duración de la práctica y los conocimientos previamente adquiridos influyen en los procesos de adaptación. Las experiencias que demandan utilizar habilidades de manera sostenida pueden generar patrones de actividad diferentes de aquellos asociados con una exposición breve o superficial a la información. Esta distinción resulta fundamental para evitar interpretaciones simplificadas según las cuales cualquier estímulo novedoso produce necesariamente mejoras cognitivas significativas.

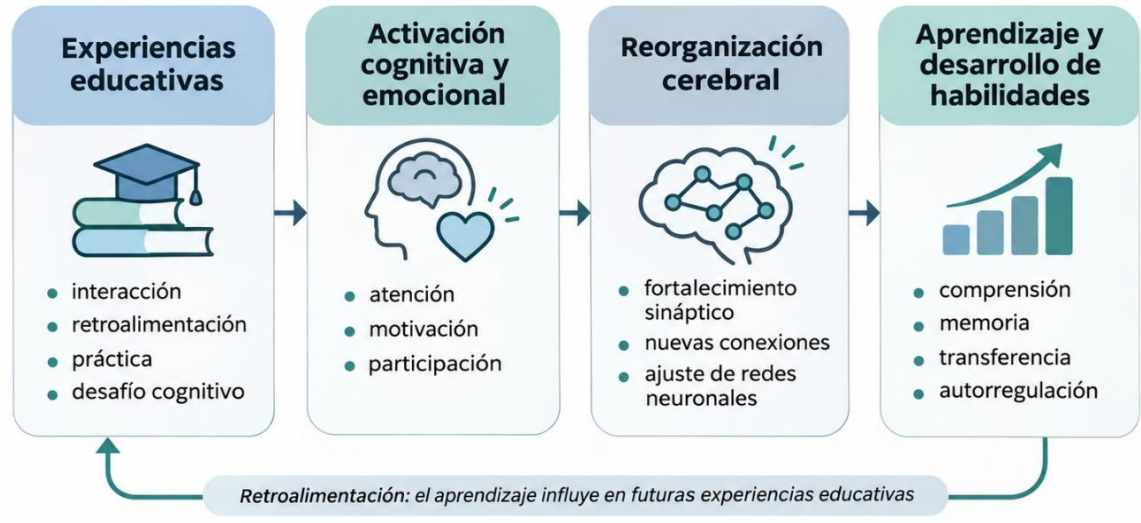


Figura 1 Relación entre experiencia educativa y neuro plasticidad cerebral

La Figura 1 representa la relación dinámica entre las experiencias educativas, la actividad cognitiva y emocional y los procesos de reorganización cerebral asociados con el aprendizaje. Esta interacción se encuentra condicionada por factores individuales y contextuales que influyen en las posibilidades de adaptación neuronal. El esquema permite comprender que la neuro plasticidad no constituye una respuesta automática a cualquier estímulo educativo, sino un conjunto de procesos cuya expresión depende de la naturaleza, continuidad y características de las experiencias de aprendizaje.

La investigación educativa ha comenzado a examinar cómo determinadas decisiones pedagógicas se relacionan con los cambios observados en el funcionamiento cerebral. Brault Foisy et al. (2020) revisaron investigaciones sobre los efectos neuronales de distintas prácticas de enseñanza y distinguieron dimensiones como la orientación de la atención, las estrategias utilizadas, el nivel de implicación cognitiva, las condiciones educativas y la interacción con el estudiante. Su análisis permite reconocer que las experiencias de enseñanza pueden influir en la actividad de los sistemas cerebrales implicados en el aprendizaje, aunque los efectos dependen de las características de cada intervención.

Un ejemplo relevante procede de las investigaciones sobre la adquisición de la lectura. Aprender a leer implica desarrollar relaciones entre representaciones visuales, fonológicas y lingüísticas mediante experiencias educativas sistemáticas. La alfabetización modifica progresivamente la manera en que diferentes sistemas cognitivos participan en el reconocimiento de palabras y la comprensión del lenguaje. Estos procesos ofrecen una oportunidad para estudiar cómo una habilidad culturalmente adquirida se relaciona con la reorganización de redes cerebrales previamente involucradas en otras funciones.

Perdue et al. (2022) realizaron una revisión sistemática y un metaanálisis de investigaciones sobre cambios cerebrales asociados con intervenciones dirigidas a mejorar la lectura. La revisión incluyó 39 estudios de neuroimagen y encontró evidencia de modificaciones

funcionales, estructurales y de conectividad en distintas regiones vinculadas con el procesamiento lector. No obstante, el metaanálisis de ocho estudios sobre cambios de activación cerebral no identificó efectos estadísticamente significativos en el resultado conjunto. Esta diferencia entre los hallazgos individuales y el análisis agregado revela la necesidad de considerar la heterogeneidad metodológica antes de atribuir un patrón específico de reorganización neuronal a una intervención educativa.

La importancia de estos resultados no reside únicamente en demostrar que el cerebro puede modificarse durante el aprendizaje. También permiten comprender que los cambios neuronales pueden presentar manifestaciones diferentes y que su relación con las mejoras observadas en el comportamiento requiere investigaciones cuidadosamente diseñadas. Una intervención que favorece el desempeño académico no necesariamente produce modificaciones detectables mediante todas las técnicas de neuroimagen disponibles. Del mismo modo, identificar diferencias en la actividad cerebral no demuestra, por sí solo, que una estrategia educativa sea superior a otra.

La neuro plasticidad presenta características particulares a lo largo del desarrollo humano. Durante la infancia existen períodos de elevada sensibilidad para determinadas experiencias, especialmente en sistemas relacionados con funciones perceptivas y lingüísticas. Estas condiciones facilitan ciertos procesos de adquisición y especialización neuronal, pero no implican que todas las capacidades deban desarrollarse exclusivamente durante una edad determinada. La existencia de períodos sensibles debe distinguirse de la idea de ventanas universales e irreversibles para cualquier aprendizaje.

El cerebro adolescente continúa experimentando procesos importantes de reorganización funcional y estructural, relacionados con la maduración progresiva de diferentes sistemas neuronales. Durante la adultez persiste la posibilidad de adquirir nuevas habilidades y modificar patrones de funcionamiento mediante experiencias relevantes. La investigación sobre educación y funcionamiento cognitivo a lo largo de la

vida permite reconocer relaciones complejas entre oportunidades educativas, capacidades cognitivas y trayectorias de desarrollo. Lövdén et al. (2020) señalan que estas asociaciones deben analizarse considerando factores individuales y sociales, sin atribuir automáticamente todos los resultados a un único mecanismo neurobiológico.

La variabilidad individual constituye otra dimensión esencial para interpretar la plasticidad cerebral. Dos estudiantes pueden participar en una misma actividad y experimentar procesos de aprendizaje distintos debido a sus experiencias previas, conocimientos, condiciones de desarrollo y necesidades particulares. Esta diversidad no significa que cada persona posea un cerebro que requiera un método de enseñanza completamente exclusivo. Implica reconocer que las condiciones educativas interactúan con características individuales y que las respuestas al aprendizaje no pueden explicarse mediante modelos rígidos o categorías simplificadas.

La plasticidad tampoco debe asociarse exclusivamente con cambios beneficiosos. Los sistemas neuronales se adaptan a las experiencias disponibles, incluidas aquellas caracterizadas por la repetición de respuestas inadecuadas o por condiciones ambientales desfavorables. El aprendizaje de procedimientos incorrectos puede consolidar formas de ejecución que posteriormente requieran modificaciones. Por ello, la capacidad de reorganización cerebral no garantiza que toda experiencia produzca conocimientos válidos ni que cualquier forma de práctica contribuya al desarrollo de competencias.

Las condiciones del entorno participan en estos procesos de adaptación. Las oportunidades para explorar, interactuar y desarrollar habilidades forman parte de las experiencias que pueden influir en el funcionamiento cognitivo. La revisión de Milbocker et al. (2024) destaca que los ambientes estimulantes y las condiciones de privación representan factores relevantes para comprender distintas manifestaciones de la plasticidad. No obstante, la investigación sobre

ambientes enriquecidos no autoriza a considerar que la acumulación indiscriminada de estímulos constituya una estrategia educativa eficaz. La calidad y pertinencia de las experiencias deben valorarse de acuerdo con sus objetivos y resultados.

Desde la perspectiva pedagógica, la neuro plasticidad permite fundamentar una concepción del aprendizaje que reconoce posibilidades de transformación sin desconocer las diferencias individuales ni las restricciones del desarrollo. Las capacidades cognitivas no deben entenderse como propiedades completamente inmutables, pero tampoco como características que pueden modificarse de manera ilimitada mediante cualquier intervención. Las experiencias educativas pueden generar oportunidades para desarrollar conocimientos y habilidades, siempre que se consideren las condiciones necesarias para su adquisición y utilización.

La contribución más relevante de este concepto a la educación consiste en reconocer la relación dinámica entre experiencia, actividad cerebral y desarrollo de capacidades. El docente participa en la configuración de oportunidades de aprendizaje que pueden favorecer procesos de adaptación cognitiva, aunque no controla directamente los mecanismos neuronales mediante los cuales estos ocurren. Su responsabilidad profesional se concentra en diseñar experiencias pertinentes, observar las respuestas del alumnado y valorar el progreso alcanzado con criterios educativos verificables.

Comprender la neuro plasticidad exige mantener una distinción entre las condiciones biológicas que posibilitan el aprendizaje y los procedimientos pedagógicos que pueden favorecerlo. Las modificaciones cerebrales constituyen una dimensión fundamental de la experiencia educativa, pero no reemplazan la necesidad de demostrar que una intervención mejora la comprensión, el desempeño o la utilización del conocimiento. Esta perspectiva permite incorporar el concepto de plasticidad al pensamiento pedagógico sin convertirlo en una explicación universal de la eficacia de la enseñanza.

1.3 Evidencia científica, neuromitos y límites de la interpretación neuroeducativa

El desarrollo de la neuroeducación ha incrementado el interés por comprender las relaciones entre el funcionamiento cerebral y las prácticas pedagógicas. La difusión de investigaciones neurocientíficas ha contribuido a ampliar el conocimiento sobre los mecanismos del aprendizaje, aunque también ha favorecido la circulación de interpretaciones simplificadas que atribuyen a determinados métodos educativos beneficios difíciles de demostrar empíricamente. Esta situación plantea la necesidad de establecer criterios rigurosos para distinguir los conocimientos científicos consolidados de las afirmaciones que utilizan terminología neurobiológica sin suficiente fundamento.

La evidencia científica constituye el principal criterio para valorar la pertinencia de una explicación neuroeducativa. Su calidad depende de la relación entre las preguntas investigadas, los procedimientos utilizados, las características de las muestras y la consistencia de los resultados. Una observación sobre la actividad cerebral puede contribuir a explicar determinados procesos cognitivos, pero no establece automáticamente la eficacia de una intervención pedagógica. Para justificar una recomendación educativa es necesario examinar si existen investigaciones que permitan relacionar dicha intervención con resultados de aprendizaje relevantes.

La complejidad de esta relación se encuentra en la diferencia entre los niveles de análisis utilizados por las disciplinas que intervienen en la neuroeducación. Los estudios neurocientíficos pueden investigar cambios de activación, conectividad o estructura cerebral, mientras que las investigaciones educativas suelen evaluar habilidades, conocimientos, comportamientos y desempeños observables. Estos indicadores ofrecen información complementaria, pero no son equivalentes. Una modificación detectada mediante neuroimagen no demuestra necesariamente una mejora académica y un progreso

educativo puede producirse sin que se haya identificado su correlato neuronal específico.

Las técnicas de neuroimagen funcional permiten estudiar variaciones relacionadas con la actividad cerebral durante determinadas condiciones experimentales. Su interpretación requiere considerar el diseño de la investigación y las propiedades de las señales registradas. La resonancia magnética funcional, por ejemplo, mide cambios hemodinámicos asociados indirectamente con la actividad neuronal, no el aprendizaje en sí mismo. La presencia de actividad en una región cerebral tampoco permite concluir que una persona esté utilizando exclusivamente una capacidad cognitiva determinada, dado que las regiones participan en distintas redes y procesos.

Este problema se relaciona con las inferencias que intentan deducir estados mentales específicos a partir de determinados patrones de actividad cerebral. La participación de una región en múltiples funciones limita la posibilidad de atribuirle un significado psicológico único. En educación, estas dificultades adquieren especial importancia cuando se utilizan imágenes cerebrales para justificar métodos de enseñanza sin demostrar que dichos procedimientos generan mejoras en el aprendizaje.

La presentación de información neurocientífica puede influir en la percepción de credibilidad de una explicación. Weisberg et al. (2008) comprobaron experimentalmente que la inclusión de información neurocientífica irrelevante podía aumentar la valoración favorable de explicaciones psicológicas deficientes entre participantes no especializados. Este fenómeno permite comprender por qué determinadas propuestas educativas adquieren apariencia de legitimidad mediante referencias al cerebro, incluso cuando no presentan argumentos suficientes para sostener sus resultados.

Las interpretaciones incorrectas de los conocimientos neurocientíficos han dado lugar a los denominados *neuromitos*. Este

término se utiliza para describir creencias equivocadas sobre el cerebro y el aprendizaje que suelen derivarse de distorsiones, generalizaciones excesivas o aplicaciones inapropiadas de hallazgos científicos. Howard-Jones (2014) examinó la persistencia de estas ideas en contextos educativos y señaló que las dificultades de comunicación entre las comunidades científica y docente contribuyen a su difusión. La utilización de conceptos complejos sin considerar sus condiciones originales de investigación puede transformar observaciones válidas en recomendaciones carentes de respaldo.

Una de las creencias más difundidas sostiene que las personas aprenden mejor cuando reciben información mediante un supuesto estilo de aprendizaje dominante, generalmente clasificado como visual, auditivo o kinestésico. Esta afirmación parte de la existencia de preferencias individuales y de diferencias en el procesamiento sensorial, pero introduce una conclusión adicional: que adaptar sistemáticamente la modalidad de enseñanza a una categoría previamente asignada mejora los resultados educativos.

La evidencia disponible no justifica adoptar esta correspondencia como principio general de enseñanza. Clinton-Lisell y Litzinger (2024) realizaron un metaanálisis de 21 estudios con 1712 participantes y encontraron un efecto global positivo pequeño de la enseñanza ajustada a los estilos de aprendizaje. No obstante, solo una proporción minoritaria de las medidas examinadas presentó los patrones de interacción necesarios para respaldar la hipótesis de correspondencia entre estilos y modalidades. Las investigadoras concluyeron que la variabilidad de los resultados, las limitaciones metodológicas y los costos de implementación no justifican la adopción generalizada de esta práctica.

Esta distinción resulta importante porque cuestionar los estilos de aprendizaje como categorías rígidas no implica rechazar la utilización de diferentes recursos didácticos. Las representaciones visuales, las explicaciones orales, las demostraciones y las actividades prácticas pueden cumplir funciones pedagógicas relevantes según la naturaleza del

contenido y los objetivos educativos. La selección de modalidades debe responder a las características de lo que se pretende enseñar y a las necesidades de acceso y comprensión, no a clasificaciones individuales sin suficiente capacidad predictiva.

Otro neuromito frecuente consiste en afirmar que las personas utilizan únicamente el diez por ciento de su cerebro. Esta idea carece de fundamento neurocientífico y desconoce la participación de múltiples sistemas cerebrales en las actividades cotidianas. Su utilización en discursos educativos suele acompañarse de promesas sobre métodos capaces de activar regiones supuestamente inactivas y desarrollar capacidades extraordinarias. Aunque la actividad neuronal varía según las tareas y los estados fisiológicos, tales diferencias no significan que exista una proporción fija del cerebro permanentemente inutilizada.

También persiste la creencia de que algunas personas poseen un predominio cerebral izquierdo asociado con el razonamiento lógico, mientras que otras presentan un predominio derecho relacionado con la creatividad. Esta interpretación simplifica los fenómenos de especialización hemisférica y desconoce la interacción entre ambos hemisferios en numerosos procesos cognitivos. La lateralización funcional constituye una propiedad real de determinados sistemas cerebrales, pero no permite clasificar globalmente a los estudiantes en perfiles de aprendizaje opuestos ni fundamentar métodos de enseñanza diferenciados sobre esa base.

Una interpretación problemática adicional surge cuando se asocia la capacidad de aprendizaje con períodos de desarrollo considerados absolutamente determinantes. Existen períodos sensibles para determinados procesos, durante los cuales algunas experiencias ejercen una influencia especialmente importante. Convertir este conocimiento en la afirmación de que una habilidad ya no puede desarrollarse después de cierta edad representa una extrapolación injustificada. La posibilidad de aprender permanece durante distintas etapas de la vida, aunque las condiciones y los mecanismos involucrados puedan variar.

La noción de plasticidad cerebral también puede utilizarse de manera inadecuada cuando se presenta como prueba de que cualquier metodología innovadora transforma positivamente el cerebro. Toda experiencia de aprendizaje implica procesos biológicos, pero esta característica no distingue por sí misma una estrategia eficaz de otra que carece de resultados favorables. La utilización de expresiones como aprendizaje basado en el cerebro o estimulación neuronal debe acompañarse de explicaciones precisas sobre los mecanismos investigados y de evidencias educativas que permitan valorar las afirmaciones formuladas.

La permanencia de los neuromitos no puede atribuirse únicamente al desconocimiento individual del profesorado. Torrijos-Muelas et al. (2021), mediante una revisión sistemática de investigaciones sobre creencias neurocientíficas en docentes, señalaron la persistencia de interpretaciones incorrectas y la necesidad de fortalecer la formación científica. Las dificultades para acceder a investigaciones especializadas, la difusión de materiales educativos simplificados y la circulación de propuestas comerciales contribuyen a mantener estas concepciones.

La formación docente constituye una condición necesaria para mejorar la interpretación y utilización de los conocimientos neurocientíficos. Su finalidad no debería limitarse a proporcionar información básica sobre estructuras cerebrales, sino desarrollar capacidades para comprender investigaciones, reconocer sus limitaciones y distinguir entre resultados científicos y recomendaciones pedagógicas. Rousseau (2024), en una revisión de intervenciones de desarrollo profesional dirigidas a docentes en ejercicio, examinó diferentes estrategias para corregir neuromitos, incluidos textos de refutación, actividades reflexivas y experiencias de colaboración con investigadores. Su análisis resalta la importancia de considerar los procesos de cambio conceptual y las condiciones que favorecen una comprensión científica más rigurosa.

La revisión de Garay Alemany et al. (2026) aporta elementos adicionales para comprender los desafíos de la formación docente en neurociencia. A partir del análisis de 26 estudios, las investigadoras encontraron una presencia limitada de intervenciones que integraran explícitamente conocimientos neurocientíficos en programas formativos estructurados. Una parte importante de la literatura se concentraba en neuromitos, funciones ejecutivas y conceptos generales del aprendizaje, mientras que las aplicaciones pedagógicas evaluadas de manera sistemática resultaban menos frecuentes. Estos hallazgos evidencian la distancia existente entre el interés por la neuroeducación y la disponibilidad de experiencias formativas suficientemente documentadas.

El fortalecimiento de una práctica educativa basada en evidencia requiere examinar la calidad metodológica de los estudios antes de incorporar sus recomendaciones. Los diseños experimentales con grupos de comparación permiten estimar los efectos de determinadas intervenciones cuando se cumplen las condiciones necesarias para controlar posibles factores de confusión. Los estudios longitudinales contribuyen a analizar cambios durante períodos prolongados, mientras que las investigaciones cualitativas pueden proporcionar información sobre las experiencias, las condiciones de implementación y los significados que los participantes atribuyen a los procesos educativos.

Ningún diseño metodológico resulta suficiente para responder todas las preguntas relacionadas con el aprendizaje. La interpretación de los resultados debe considerar el tamaño y las características de las muestras, la validez de los instrumentos, la duración de las intervenciones y la consistencia de los hallazgos entre investigaciones. Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis pueden contribuir a integrar la evidencia disponible, aunque sus conclusiones dependen de la calidad y comparabilidad de los estudios incluidos.

La transferencia de resultados experimentales a situaciones educativas reales representa otro desafío relevante. Los ambientes de

investigación suelen establecer condiciones de control que no siempre pueden reproducirse en las instituciones educativas. Las aulas presentan diferencias en recursos, organización, experiencias previas y características del alumnado. Una intervención eficaz en determinadas condiciones puede requerir ajustes para utilizarse en otros contextos, sin que ello implique modificar los principios científicos que fundamentan su aplicación.

El análisis de la evidencia también debe distinguir entre resultados estadísticamente significativos y efectos educativamente relevantes. Una diferencia detectada mediante procedimientos estadísticos puede tener una magnitud limitada o carecer de importancia práctica para los objetivos formativos. La valoración de una estrategia requiere considerar la dimensión de sus efectos, su permanencia, los recursos necesarios para implementarla y su capacidad para contribuir al desarrollo de conocimientos o habilidades significativas.

La interpretación neuroeducativa presenta, además, implicaciones éticas relacionadas con la diversidad humana. Utilizar características cerebrales para establecer expectativas rígidas sobre las capacidades de un estudiante puede favorecer formas de determinismo biológico que desconocen las oportunidades de aprendizaje y las condiciones sociales. La identificación de diferencias neurocognitivas debe contribuir a una comprensión más precisa de las necesidades individuales, no a justificar etiquetas que limiten la participación educativa.

La expansión de herramientas capaces de registrar o analizar información neurofisiológica plantea nuevas responsabilidades relacionadas con la privacidad, la validez de las mediciones y el uso de datos sensibles. Los registros cerebrales no deben interpretarse como indicadores universales de inteligencia, motivación o capacidad académica. Su incorporación a contextos educativos exige una justificación científica clara, garantías de protección de datos y una valoración crítica de los beneficios frente a los posibles riesgos.

La neuroeducación encuentra sus principales límites cuando se pretende transformar una explicación biológica en una prescripción pedagógica sin examinar las evidencias intermedias. Conocer la participación de determinados sistemas neuronales en una capacidad no permite establecer automáticamente cuál es la mejor metodología para desarrollarla. Las decisiones educativas requieren relacionar los conocimientos neurocientíficos con los resultados de investigaciones cognitivas, estudios pedagógicos y evaluaciones realizadas en condiciones auténticas de enseñanza.

Una perspectiva científicamente responsable reconoce que la investigación sobre el cerebro puede ampliar la comprensión del aprendizaje, formular nuevas preguntas y contribuir al diseño de intervenciones. Su valor no depende de presentar los descubrimientos neurocientíficos como soluciones definitivas para los problemas educativos, sino de establecer relaciones verificables entre los mecanismos estudiados y las condiciones en que las personas adquieren conocimientos.

La consolidación de la neuroeducación exige mantener una relación crítica entre explicación científica y práctica pedagógica. El conocimiento del funcionamiento cerebral ofrece fundamentos importantes para comprender la capacidad humana de aprender, pero corresponde a la investigación educativa determinar en qué condiciones las propuestas de enseñanza favorecen resultados relevantes. Esta articulación constituye la base para examinar las dimensiones cognitivas, emocionales y contextuales que intervienen en la experiencia de aprendizaje.

1.4 Reflexión del capítulo I

Comprender cómo funciona el cerebro nos brinda nuevas oportunidades para reflexionar sobre el aprendizaje, pero también nos recuerda que educar es mucho más que conocer los procesos que ocurren en él. En el aula, cada estudiante llega con una historia, experiencias,

emociones, intereses y formas particulares de comprender el mundo. Por ello, los conocimientos de la neurociencia adquieren mayor valor cuando se relacionan con la psicología cognitiva y la pedagogía, ayudándonos a interpretar lo que sucede durante la enseñanza sin olvidar la dimensión humana de la educación. Para el docente, esta integración representa una oportunidad de revisar sus prácticas, comprender mejor las dificultades de sus estudiantes y reconocer que aprender es un proceso complejo en el que intervienen tanto las capacidades cognitivas como las condiciones personales y sociales.

Uno de los aportes más interesantes de la neuroeducación es la comprensión de la neuroplasticidad, entendida como la capacidad del cerebro para adaptarse y reorganizarse a partir de las experiencias. Este conocimiento invita a superar la idea de que las capacidades para aprender están determinadas de manera definitiva. Desde la práctica docente, permite reconocer que los estudiantes pueden desarrollar nuevas habilidades, fortalecer sus conocimientos y avanzar cuando encuentran oportunidades educativas apropiadas. Sin embargo, también es importante comprender que cada persona aprende a su propio ritmo y que los cambios no ocurren de manera automática. La calidad de la enseñanza, la práctica sostenida, los conocimientos previos, el acompañamiento pedagógico y las condiciones del entorno influyen en las posibilidades de aprendizaje. Por esta razón, más que esperar resultados inmediatos, el docente necesita observar los avances, identificar las dificultades y ajustar sus estrategias de acuerdo con las necesidades del grupo.

La incorporación de conocimientos neurocientíficos también exige una actitud crítica frente a las ideas que circulan en el ámbito educativo. Con frecuencia, algunas afirmaciones sobre el cerebro se presentan como verdades absolutas o como soluciones capaces de mejorar cualquier experiencia de aprendizaje. La persistencia de los neuromitos demuestra la importancia de examinar cuidadosamente estas propuestas antes de incorporarlas al aula. No basta con que una estrategia se presente como

innovadora o esté relacionada con el funcionamiento cerebral; es necesario preguntarse qué evidencias respaldan su aplicación, en qué condiciones puede resultar útil y cuáles son sus limitaciones. Esta reflexión es especialmente importante para los docentes, quienes diariamente toman decisiones que influyen en las oportunidades de aprendizaje de sus estudiantes.

Desde esta perspectiva, la neuroeducación no debe entenderse como un conjunto de técnicas que garantizan mejores resultados, sino como un campo de conocimiento que contribuye a fortalecer el criterio pedagógico. Su principal aporte consiste en ofrecer elementos para comprender por qué determinadas condiciones pueden favorecer el aprendizaje y cómo organizar experiencias educativas más pertinentes. La atención, la memoria, las emociones y la motivación son procesos relevantes, pero su comprensión adquiere sentido cuando se relaciona con situaciones reales de enseñanza. Un docente que reconoce la importancia de estos factores puede planificar actividades con mayor intención pedagógica, proporcionar apoyos oportunos y generar espacios donde los estudiantes participen, expresen sus dudas y construyan conocimientos de manera progresiva.

Asimismo, comprender la diversidad de los procesos de aprendizaje invita a reconsiderar algunas expectativas habituales en la enseñanza. No todos los estudiantes necesitan los mismos apoyos ni responden de manera idéntica a las experiencias educativas. Reconocer estas diferencias no significa reducir las exigencias académicas, sino buscar alternativas que permitan avanzar hacia objetivos comunes mediante oportunidades de aprendizaje accesibles y significativas. En este sentido, la neuroeducación puede enriquecer una práctica docente más inclusiva, en la que las decisiones se fundamenten en evidencias científicas, pero también en la observación, el diálogo y el conocimiento que el profesorado construye sobre sus estudiantes.

ISBN: *978-9907-857-07-8*

Finalmente, el verdadero valor de la neuroeducación se encuentra en su capacidad para enriquecer la reflexión sobre la enseñanza, sin sustituir la experiencia ni el juicio profesional del docente. Los avances científicos ofrecen explicaciones valiosas, pero corresponde a la pedagogía interpretar su pertinencia y convertirlos en decisiones educativas responsables. Enseñar implica conocer, acompañar, evaluar y, sobre todo, mantener la disposición de aprender de la propia práctica. Desde esta mirada, comprender el cerebro constituye un punto de partida para reconocer mejor las posibilidades de cada estudiante y construir experiencias educativas que favorezcan su desarrollo intelectual, emocional y social.

> "La neuroeducación nos enseña que comprender cómo aprende el cerebro es importante, pero comprender a quien aprende es esencial para educar".

CAPÍTULO II

Condiciones cognitivas y emocionales que preparan el aprendizaje



CAPÍTULO II.

2 Condiciones cognitivas y emocionales que preparan el aprendizaje

2.1 Conocimientos previos, desarrollo neurocognitivo y diferencias individuales en la disposición para aprender

El aprendizaje no comienza con la presentación de nuevos contenidos, sino que se construye a partir de los conocimientos, experiencias y capacidades que cada estudiante ha desarrollado previamente. Estas condiciones influyen en la interpretación de la información, la identificación de relaciones conceptuales y la comprensión de situaciones desconocidas. Reconocerlas permite comprender por qué una misma experiencia educativa puede generar resultados diferentes entre estudiantes que participan en condiciones aparentemente similares.

Los conocimientos previos constituyen un componente fundamental de este proceso, pues proporcionan referencias para interpretar la información nueva e integrarla en estructuras conceptuales existentes. Su influencia depende de la precisión, organización y pertinencia de lo aprendido anteriormente. Brod (2021) sostiene que el conocimiento previo puede facilitar u obstaculizar el aprendizaje según su activación, relevancia y congruencia con la información que se pretende adquirir. Una concepción equivocada, por ejemplo, puede dificultar la comprensión de un concepto científico cuando el estudiante interpreta las nuevas explicaciones desde supuestos incorrectos.

La relación entre conocimientos previos y aprendizaje presenta una complejidad mayor de la que sugieren las interpretaciones tradicionales. Simonsmeier et al. (2022), mediante un metaanálisis que integró 8776 tamaños del efecto, encontraron que el conocimiento previo se relacionaba considerablemente con los niveles posteriores de

conocimiento, pero su capacidad para predecir las ganancias relativas de aprendizaje era baja y variable. Esta distinción indica que disponer de mayores conocimientos iniciales no garantiza necesariamente un progreso proporcionalmente superior. Las condiciones de enseñanza y las características del contenido intervienen en la manera en que los saberes existentes contribuyen a la adquisición de nuevos aprendizajes.

El desarrollo neurocognitivo incorpora otra dimensión relevante. Durante la infancia y la adolescencia se producen transformaciones en las capacidades cognitivas relacionadas con la organización de la conducta, la utilización de información y el aprendizaje a partir de la experiencia. Van Duijvenvoorde et al. (2022) destacan que estos procesos presentan trayectorias heterogéneas y que su estudio requiere considerar tanto los cambios asociados con el desarrollo como las diferencias individuales. La edad cronológica, por sí sola, no permite determinar el nivel de preparación cognitiva de una persona para realizar una actividad educativa específica.

Las diferencias individuales también se relacionan con las oportunidades de aprendizaje, la familiaridad con los contenidos, las experiencias culturales y el acceso a recursos educativos. Wilbrecht y Davidow (2024) señalan que el aprendizaje orientado a objetivos durante la adolescencia depende de la interacción entre el desarrollo neurocognitivo y las condiciones contextuales. Esta perspectiva cuestiona las interpretaciones que atribuyen las características del desempeño académico exclusivamente a la maduración cerebral.

La disposición para aprender debe comprenderse, por tanto, como una condición dinámica. No representa una capacidad fija ni un estado que pueda identificarse mediante una única característica individual. Su valoración requiere considerar qué sabe el estudiante, qué experiencias ha tenido, cuáles son las exigencias de la actividad y qué apoyos necesita para participar adecuadamente.

Tabla 1 Condiciones iniciales del aprendizaje y criterios para su identificación en el aula

Dimensión	Indicador educativo	Criterio de intervención docente
Conocimientos previos	Dominio inicial de conceptos y procedimientos	Identificar saberes necesarios antes de introducir nuevos contenidos.
Concepciones alternativas	Explicaciones incompatibles con el conocimiento disciplinar	Contrastar las interpretaciones iniciales con evidencias y explicaciones fundamentadas.
Desarrollo cognitivo	Nivel de complejidad de las tareas que puede abordar	Ajustar las exigencias y los apoyos según el desempeño observado.
Experiencias educativas	Familiaridad con actividades, recursos y formas de trabajo	Proporcionar orientación cuando la actividad resulte desconocida.
Diferencias individuales	Variabilidad en conocimientos, habilidades y necesidades	Ofrecer alternativas de participación y apoyos pertinentes.

Elaboración propia.

La Tabla 1 presenta criterios para reconocer las condiciones iniciales del aprendizaje sin reducirlas a clasificaciones rígidas. Su utilidad consiste en orientar la observación pedagógica y facilitar decisiones fundamentadas antes de desarrollar una actividad. La identificación de estas condiciones puede realizarse mediante preguntas exploratorias, resolución de situaciones breves y análisis de producciones iniciales, sin necesidad de convertir cada aproximación diagnóstica en una evaluación formal.

Una enseñanza sensible a las diferencias individuales no requiere diseñar una metodología completamente distinta para cada estudiante. Implica reconocer la diversidad de puntos de partida y proporcionar condiciones que permitan avanzar hacia objetivos comunes. El conocimiento de estas características adquiere valor pedagógico cuando favorece una intervención flexible, capaz de mantener expectativas formativas exigentes sin ignorar las necesidades de apoyo.

2.2 Emociones, estrés y bienestar: su relación con la experiencia educativa

Las emociones forman parte de la experiencia educativa porque intervienen en la valoración de las situaciones, la disposición para participar y la manera en que los estudiantes responden a las exigencias académicas. Aprender implica enfrentarse a información desconocida, reconocer errores, asumir desafíos y experimentar resultados que pueden

generar satisfacción, incertidumbre o frustración. Estas respuestas no constituyen elementos ajenos a la actividad cognitiva, sino dimensiones que interactúan con ella.

La relación entre emociones y aprendizaje puede comprenderse a partir de las interpretaciones que los estudiantes realizan sobre sus propias capacidades y la importancia que atribuyen a las actividades. Pekrun (2024), mediante la teoría del control-valor, explica que las emociones relacionadas con el logro dependen, entre otros factores, de las percepciones de control sobre los resultados y del valor asignado a las tareas. Cuando una actividad se considera importante, pero las posibilidades de realizarla satisfactoriamente se perciben como muy limitadas, pueden aparecer respuestas de ansiedad o preocupación.

Las emociones positivas, como el disfrute y el entusiasmo, pueden favorecer la participación y el interés por determinadas experiencias educativas. No obstante, su presencia no garantiza por sí misma una comprensión profunda. Una actividad puede resultar agradable sin contribuir suficientemente al aprendizaje previsto. Del mismo modo, emociones como la confusión o la frustración no siempre representan experiencias perjudiciales. Cuando aparecen ante dificultades abordables y existen oportunidades de orientación, pueden acompañar procesos de revisión y reconstrucción del conocimiento.

El estrés constituye una respuesta fisiológica y psicológica relacionada con situaciones percibidas como demandantes o amenazantes. Sus efectos sobre el aprendizaje varían según la intensidad, duración, momento de aparición y características individuales. Vogel y Schwabe (2016) explican que el estrés puede modificar los procesos de memoria de manera diferenciada: determinadas condiciones de activación pueden favorecer el recuerdo de información relevante, mientras que el estrés experimentado antes de recuperar conocimientos puede dificultar el desempeño.

Esta relación impide sostener que toda exigencia académica deba eliminarse para favorecer el aprendizaje. Las actividades intelectualmente desafiantes son parte de una educación de calidad, pero deben distinguirse de aquellas condiciones que generan amenazas innecesarias, humillación o presión desproporcionada. El propósito pedagógico consiste en ofrecer desafíos alcanzables, acompañados de recursos adecuados y oportunidades para superar dificultades.

El bienestar educativo comprende condiciones de seguridad, respeto, pertenencia y apoyo que permiten participar en las actividades de aprendizaje. No supone mantener permanentemente emociones positivas ni evitar toda experiencia incómoda. Su importancia radica en proporcionar un entorno donde los estudiantes puedan expresar dudas, reconocer equivocaciones y solicitar ayuda sin temor a consecuencias desproporcionadas.

Tabla 2 Condiciones emocionales y respuestas pedagógicas pertinentes

Situación educativa	Posible implicación para el aprendizaje	Respuesta pedagógica
Ansiedad ante evaluaciones	Dificultades para recuperar o expresar conocimientos	Explicitar criterios, familiarizar con el formato y ofrecer oportunidades de preparación.
Frustración ante tareas complejas	Reducción de la persistencia cuando el desafío se percibe como inalcanzable	Proporcionar apoyos graduales y orientaciones específicas.
Temor a equivocarse	Menor disposición a participar y expresar dudas	Promover un tratamiento respetuoso y formativo del error.
Aburrimiento persistente	Disminución del interés y del compromiso con la actividad	Revisar la pertinencia, dificultad y significado de las tareas.
Conflictos interpersonales	Alteración del bienestar y de la participación educativa	Establecer condiciones de convivencia, escucha y apoyo institucional.

Elaboración propia.

La Tabla 2 relaciona situaciones emocionales observables con decisiones que pueden contribuir a mejorar las condiciones de aprendizaje. Estas respuestas no deben interpretarse como tratamientos psicológicos ni como soluciones universales. Su pertinencia depende de las circunstancias individuales, la frecuencia de las dificultades y los recursos disponibles en la institución. Cuando se presentan manifestaciones persistentes de malestar significativo, la intervención

docente debe complementarse con los servicios especializados correspondientes.

El bienestar también depende de condiciones que exceden la interacción inmediata entre docentes y estudiantes. La organización institucional, las relaciones sociales y las circunstancias personales pueden influir en la experiencia educativa. Reconocer estos factores evita responsabilizar exclusivamente al alumnado por dificultades que pueden relacionarse con su entorno.

La contribución de la neuroeducación consiste en comprender que las condiciones emocionales y cognitivas interactúan durante el aprendizaje, sin establecer una relación causal simple entre sentirse bien y aprender mejor. Una enseñanza fundamentada debe combinar exigencia intelectual, apoyo pedagógico y respeto por las necesidades de quienes participan en el proceso educativo.

2.3 Motivación, curiosidad y expectativas como factores que influyen en el compromiso con el aprendizaje

La participación en las experiencias educativas depende no solo de las capacidades cognitivas disponibles, sino también de las razones que impulsan a los estudiantes a involucrarse en las actividades académicas. La motivación influye en la elección de tareas, la disposición para iniciar acciones y la persistencia ante las dificultades. Su carácter dinámico permite comprender por qué una persona puede mostrar un elevado compromiso con determinados contenidos y una participación limitada en otros, incluso cuando dispone de las habilidades necesarias para abordarlos.

La teoría de la autodeterminación ofrece un marco relevante para analizar estas diferencias. Ryan y Deci (2020) distinguen diversas formas de motivación según las razones que orientan la conducta. La motivación intrínseca se relaciona con el interés y la satisfacción que produce realizar una actividad, mientras que la motivación extrínseca comprende acciones dirigidas a obtener resultados separables de la propia

experiencia. Esta última no debe interpretarse necesariamente como una condición desfavorable, pues puede adquirir un carácter autónomo cuando el estudiante reconoce el valor personal de aquello que aprende.

La investigación empírica respalda la importancia de esta diferenciación. Howard et al. (2021), mediante un metaanálisis de 344 muestras que incluyeron 223 209 participantes, encontraron asociaciones diferenciadas entre los tipos de motivación y diversos resultados educativos. La motivación intrínseca presentó relaciones favorables con el éxito académico y el bienestar, mientras que la valoración personal de las actividades se vinculó especialmente con la persistencia. Estos hallazgos indican que el compromiso académico depende de la calidad de los motivos que orientan el aprendizaje y no únicamente de su intensidad.

Las condiciones educativas pueden favorecer la motivación mediante experiencias que permitan desarrollar autonomía, competencia y vinculación interpersonal. La autonomía se relaciona con la percepción de participar voluntariamente en las propias acciones; la competencia, con la posibilidad de afrontar desafíos y reconocer progresos; y la vinculación, con el establecimiento de relaciones significativas. Ryan y Deci (2020) sostienen que la satisfacción de estas necesidades psicológicas favorece formas de motivación más autónomas. Su aplicación educativa no implica eliminar la orientación docente ni permitir que el alumnado determine todos los componentes de la enseñanza, sino ofrecer oportunidades de participación dentro de una estructura formativa clara.

La curiosidad constituye una manifestación particular de la disposición para adquirir conocimientos. Se relaciona con el interés por resolver interrogantes, explorar situaciones desconocidas y obtener información que permita reducir una incertidumbre significativa. Gruber y Ranganath (2019) proponen un modelo que vincula los estados de curiosidad con procesos cognitivos y sistemas neuronales implicados en el aprendizaje y la memoria.

Su planteamiento destaca que la identificación de una diferencia entre lo que se sabe y aquello que se desea conocer puede desencadenar conductas de exploración y búsqueda de información.

La curiosidad no depende exclusivamente de introducir estímulos novedosos o sorprendentes. Una situación puede resultar desconocida sin despertar interés cuando el estudiante carece de referencias suficientes para comprender su significado. Jirout et al. (2024), en una revisión centrada en la infancia, destacan que la curiosidad varía según el desarrollo y las condiciones del entorno, y que las oportunidades para formular preguntas y explorar información pueden contribuir a su expresión. Aunque estos hallazgos proceden de investigaciones con niños, permiten reconocer la importancia de estudiar las condiciones que favorecen la búsqueda activa de conocimiento, sin asumir que sus resultados se trasladan de manera idéntica a todas las edades.

Las expectativas de aprendizaje representan otro componente fundamental de la participación educativa. Se relacionan con las creencias que desarrolla una persona sobre sus posibilidades de realizar una actividad, superar dificultades y alcanzar determinados resultados. Estas percepciones se construyen mediante experiencias anteriores, información recibida y valoraciones del entorno.

Cuando un estudiante considera que el esfuerzo puede conducir a un progreso significativo, dispone de razones para perseverar ante las exigencias de una tarea. Por el contrario, la percepción reiterada de incapacidad puede reducir su disposición a participar, incluso cuando existen oportunidades reales de aprendizaje.

Las expectativas deben distinguirse de las afirmaciones generales sobre el pensamiento positivo. Incrementar la confianza sin proporcionar conocimientos, orientación o condiciones adecuadas no garantiza mejores resultados. La percepción de competencia adquiere mayor fundamento cuando se relaciona con experiencias concretas de progreso. De acuerdo con Ryan y Deci (2020), el apoyo a la competencia requiere ofrecer desafíos apropiados, estructuras claras y oportunidades para desarrollar habilidades.



Figura 2 Factores que influyen en la motivación y el compromiso con el aprendizaje

La Figura 2 presenta la relación entre las necesidades psicológicas básicas, las expectativas y la curiosidad como factores que intervienen en la motivación académica. La autonomía, la competencia y la vinculación interpersonal contribuyen a generar condiciones favorables para la participación, mientras que las expectativas y la curiosidad influyen en la disposición para afrontar desafíos y explorar nuevos conocimientos. Estos componentes interactúan de manera dinámica y pueden favorecer el compromiso con el aprendizaje, aunque sus efectos dependen de las características individuales y del contexto educativo.

El compromiso estudiantil puede manifestarse mediante la participación conductual, la implicación cognitiva y la vinculación afectiva con las experiencias educativas. Estas dimensiones no siempre

evolucionan de manera equivalente. Un estudiante puede cumplir regularmente las actividades sin involucrarse en su comprensión, mientras que otro puede mostrar interés intelectual y encontrar dificultades para mantener una participación constante. Por ello, la asistencia, la entrega de tareas o la expresión de entusiasmo no constituyen, consideradas aisladamente, indicadores suficientes de aprendizaje significativo.

Las prácticas pedagógicas pueden contribuir al compromiso cuando permiten comprender el propósito de las actividades, establecer relaciones con intereses relevantes y reconocer avances alcanzables. La formulación de preguntas auténticas, las oportunidades de elección fundamentada y la presentación de desafíos progresivos ofrecen condiciones favorables para la participación. Su pertinencia debe valorarse de acuerdo con los objetivos educativos y las características del alumnado, evitando considerar que una misma estrategia motivacional producirá resultados equivalentes en todos los contextos.

La relación entre motivación, curiosidad y expectativas permite comprender que el compromiso con el aprendizaje se construye mediante la interacción de factores personales y educativos. Su desarrollo no depende de mantener constantemente el interés ni de convertir todas las actividades en experiencias entretenidas. Una formación académica rigurosa también requiere perseverancia ante contenidos complejos y disposición para realizar tareas cuyo valor puede reconocerse progresivamente. La responsabilidad pedagógica consiste en crear condiciones que permitan atribuir sentido al aprendizaje, reconocer posibilidades de progreso y participar de manera cada vez más autónoma en la construcción del conocimiento.

2.4 Reflexión del capítulo II

El aprendizaje humano es un proceso complejo que va mucho más allá de recibir información, memorizar conceptos o alcanzar determinados resultados académicos. Cada estudiante construye sus

conocimientos a partir de lo que sabe, de las experiencias que ha vivido y de la manera en que interpreta el mundo que lo rodea. En este proceso intervienen sus capacidades cognitivas, emociones, intereses, expectativas y condiciones personales. Comprender esta realidad permite reconocer que, aunque los estudiantes compartan un mismo espacio educativo, no necesariamente parten de las mismas oportunidades ni enfrentan las mismas dificultades. Para el docente, esta diversidad representa un desafío permanente, pero también una oportunidad para enriquecer su práctica y encontrar diferentes caminos que permitan alcanzar objetivos de aprendizaje comunes.

Los conocimientos previos desempeñan un papel fundamental en la construcción de nuevos aprendizajes. Ningún estudiante llega al aula sin experiencias, ideas o interpretaciones sobre aquello que se propone enseñar. Algunas de estas concepciones facilitan la comprensión de nuevos contenidos, mientras que otras requieren ser revisadas o transformadas progresivamente. Por esta razón, enseñar implica reconocer lo que los estudiantes ya conocen, identificar posibles dificultades y establecer conexiones entre sus experiencias y los nuevos conocimientos. Cuando el docente comprende este punto de partida, puede organizar actividades más pertinentes, ofrecer explicaciones cercanas a la realidad del alumnado y promover una participación que vaya más allá de la repetición de información.

Las emociones también forman parte de la experiencia educativa y mantienen una relación estrecha con la atención, la motivación y la disposición para participar. Un estudiante que se siente respetado y encuentra apoyo ante las dificultades puede afrontar las actividades académicas con mayor confianza. Sin embargo, esto no significa que el aprendizaje deba estar acompañado únicamente de emociones agradables. En muchas ocasiones, comprender un problema, desarrollar una habilidad o superar una dificultad requiere esfuerzo, paciencia e incluso atravesar momentos de incertidumbre o frustración. Estas experiencias pueden formar parte de un aprendizaje significativo cuando

el estudiante dispone de orientación, recursos y oportunidades para continuar avanzando. La tarea del docente no consiste en eliminar toda dificultad, sino en ayudar a enfrentarla de manera constructiva, evitando que los desafíos se conviertan en experiencias de desvalorización o exclusión.

Desde esta perspectiva, el bienestar emocional no debe considerarse un elemento separado de la enseñanza. La manera en que se establecen las relaciones dentro del aula, se comunican las expectativas y se responde a los errores influye en las experiencias que los estudiantes construyen sobre sus propias capacidades. Un ambiente educativo respetuoso no implica ausencia de exigencia académica, sino la posibilidad de combinar objetivos claros con un acompañamiento sensible a las necesidades individuales. Escuchar las inquietudes del alumnado, reconocer sus esfuerzos y ofrecer retroalimentación constructiva son acciones que contribuyen a fortalecer la confianza y la participación. En este sentido, la calidad de las relaciones pedagógicas constituye una dimensión importante de las condiciones que favorecen el aprendizaje.

La motivación y la curiosidad merecen especial atención porque contribuyen a que los estudiantes encuentren razones para involucrarse en las actividades educativas. No obstante, motivar no significa convertir cada clase en una experiencia entretenida ni depender constantemente de recompensas externas. El interés por aprender también puede desarrollarse cuando los contenidos adquieren sentido, cuando se comprende su utilidad y cuando existe la posibilidad de experimentar avances reales. Una pregunta que despierta la curiosidad, un problema relacionado con la vida cotidiana o una actividad que permite descubrir nuevas capacidades pueden convertirse en oportunidades para fortalecer el compromiso académico. El desafío consiste en proponer experiencias que estimulen el interés sin perder la profundidad intelectual ni los propósitos formativos.

Las expectativas que los estudiantes construyen sobre sí mismos también influyen en su relación con el aprendizaje. Quienes han experimentado dificultades reiteradas pueden llegar a considerar que determinados conocimientos están fuera de su alcance. Del mismo modo, las experiencias de progreso, acompañadas de orientaciones claras, pueden favorecer una percepción más positiva de sus posibilidades. Por ello, resulta importante que el docente reconozca los avances individuales, proponga desafíos alcanzables y ayude a comprender que aprender requiere tiempo, práctica y perseverancia. Esto no significa asegurar que todos progresarán de la misma manera, sino ofrecer condiciones que permitan desarrollar sus capacidades sin establecer límites anticipados sobre lo que pueden conseguir.

Otro aspecto fundamental es reconocer que las diferencias individuales no deben convertirse en etiquetas que condicionen las oportunidades educativas. Cada estudiante presenta necesidades y fortalezas que pueden manifestarse de distintas maneras según las actividades, los conocimientos disponibles y las condiciones del entorno. Comprender esta diversidad exige superar las explicaciones simplificadas que clasifican a las personas en categorías rígidas de aprendizaje. Una enseñanza inclusiva requiere observar, escuchar, adaptar los apoyos cuando sea necesario y mantener expectativas académicas que reconozcan las posibilidades de desarrollo de todos los estudiantes. La flexibilidad pedagógica no significa enseñar sin dirección, sino buscar alternativas para que diferentes personas puedan participar y avanzar hacia aprendizajes relevantes.

En este contexto, la labor docente adquiere una dimensión profundamente humana. Enseñar no consiste únicamente en dominar una disciplina o seleccionar estrategias didácticas, sino también en comprender las circunstancias en las que los estudiantes intentan aprender. En la práctica cotidiana, una explicación adicional, una pregunta formulada oportunamente o una retroalimentación respetuosa pueden ayudar a superar dificultades que inicialmente parecían

ISBN: *978-9907-857-07-8*

insalvables. Estas acciones no sustituyen la planificación ni el conocimiento científico, pero muestran que la enseñanza se construye mediante decisiones que requieren sensibilidad, reflexión y compromiso profesional. La evidencia aportada por las ciencias del aprendizaje resulta especialmente valiosa cuando permite comprender mejor estas situaciones y orientar respuestas pedagógicas fundamentadas.

Asimismo, es importante reconocer que las condiciones cognitivas y emocionales no actúan de manera independiente. La atención puede verse influida por el interés que despierta una actividad, mientras que la confianza para participar puede relacionarse con experiencias anteriores de éxito o dificultad. La motivación puede favorecer la persistencia, pero también necesita acompañarse de conocimientos, estrategias y oportunidades apropiadas para que el esfuerzo se traduzca en aprendizaje. Estas relaciones permiten comprender por qué una misma actividad puede generar experiencias diferentes entre los estudiantes y por qué las decisiones pedagógicas requieren considerar tanto las características del contenido como las necesidades del grupo.

Finalmente, comprender las condiciones cognitivas y emocionales del aprendizaje invita a recuperar el sentido más profundo de la enseñanza: acompañar a las personas en el desarrollo de sus capacidades, reconociendo que cada proceso educativo implica avances, dificultades, descubrimientos y nuevas oportunidades. Las ciencias del aprendizaje ofrecen conocimientos que enriquecen esta tarea, pero su aplicación requiere el criterio profesional de docentes capaces de interpretar las particularidades de cada contexto.

> *"Comprender cómo aprende cada estudiante es el primer paso para enseñar con sentido, sensibilidad y propósito"*

CAPÍTULO III

Atención, comprensión y construcción del conocimiento en el aula



CAPÍTULO III.

3 Atención, comprensión y construcción del conocimiento en el aula

3.1 Atención y memoria de trabajo: capacidades, limitaciones y exigencias cognitivas de la enseñanza

La construcción del conocimiento requiere que el estudiante seleccione, interprete y relacione información mientras participa en las actividades educativas. Estos procesos dependen de capacidades cognitivas que permiten orientar los recursos mentales hacia determinados estímulos, mantener temporalmente información relevante y utilizarla para comprender situaciones o resolver problemas. La atención y la memoria de trabajo desempeñan funciones esenciales en estas operaciones, aunque sus características y limitaciones condicionan la manera en que se desarrollan las experiencias de aprendizaje.

La atención comprende mecanismos que permiten seleccionar información relevante y regular su procesamiento frente a múltiples estímulos disponibles. Su funcionamiento no constituye una capacidad única ni completamente estable, sino que involucra procesos de orientación, selección y mantenimiento del foco cognitivo. Oberauer (2019) explica que la relación entre atención y memoria de trabajo presenta distintas interpretaciones teóricas, especialmente respecto a la selección de representaciones, el control cognitivo y la distribución de recursos limitados. Esta relación resulta fundamental para comprender cómo las personas mantienen información disponible mientras realizan actividades intelectuales.

En el aula, las exigencias atencionales varían según la naturaleza de las tareas, la complejidad del contenido y las condiciones en que se presenta la información. Escuchar una explicación, interpretar un gráfico y resolver un problema requieren formas diferentes de procesamiento. Cuando varias actividades demandan simultáneamente recursos

ISBN: *978-9907-857-07-8*

cognitivos, pueden producirse interferencias que dificultan la comprensión. La presencia de información relevante tampoco garantiza que el estudiante la procese adecuadamente, pues su interpretación depende de los conocimientos disponibles y de las operaciones mentales que exige la actividad.

La memoria de trabajo permite mantener y manipular temporalmente información necesaria para realizar tareas cognitivas. Su intervención resulta especialmente importante al comprender instrucciones, establecer relaciones entre conceptos y desarrollar procedimientos que requieren coordinar varios elementos. A diferencia de los conocimientos previamente organizados y disponibles en la memoria a largo plazo, la información novedosa exige un procesamiento consciente que puede verse limitado por la cantidad de componentes y relaciones que deben manejarse simultáneamente.

Estas limitaciones no se expresan mediante una cantidad universal de datos que todas las personas puedan recordar. La capacidad funcional de la memoria de trabajo depende de las características de la información, su organización, la familiaridad con el contenido y las demandas de la actividad. Sweller et al. (2019) destacan que los conocimientos organizados en la memoria a largo plazo pueden reducir las exigencias del procesamiento consciente, al permitir que conjuntos de elementos relacionados se utilicen como unidades cognitivas más integradas.

La diferencia entre estudiantes principiantes y aquellos que poseen mayor dominio de una disciplina permite comprender este fenómeno. Una persona que aprende por primera vez a resolver ecuaciones puede necesitar prestar atención individualmente a cada operación, mientras que otra con experiencia reconoce relaciones y procedimientos sin analizarlos desde cero. La dificultad no depende únicamente del número de elementos presentados, sino de las relaciones que deben procesarse y del conocimiento disponible para interpretarlas.

El funcionamiento limitado de la memoria de trabajo tiene implicaciones directas para la enseñanza. Las explicaciones excesivamente extensas, las instrucciones que contienen demasiadas acciones simultáneas y la presentación desorganizada de información pueden dificultar el procesamiento de contenidos nuevos. Esta situación no significa que los estudiantes deban enfrentarse únicamente a tareas sencillas. El desafío pedagógico consiste en organizar las exigencias intelectuales para que la complejidad contribuya a la comprensión en lugar de producir una sobrecarga innecesaria.

La participación atencional también debe diferenciarse de la inmovilidad o del silencio durante una clase. Un estudiante puede mantener una conducta aparentemente concentrada sin procesar profundamente el contenido, mientras que otro puede demostrar comprensión mediante preguntas, explicaciones o intervenciones. Por ello, la observación de la atención requiere considerar las respuestas relacionadas con la actividad y no exclusivamente sus manifestaciones externas.

Mayer (2024) explica que el aprendizaje significativo a partir de materiales verbales y visuales involucra la selección de información relevante, su organización en representaciones coherentes y la integración con conocimientos previamente adquiridos. Esta perspectiva permite comprender que captar la atención representa una condición importante, pero insuficiente, para construir conocimientos. La enseñanza debe favorecer operaciones cognitivas que permitan transformar la información recibida en relaciones conceptuales comprensibles.

La organización del tiempo constituye otro componente relevante. Las actividades que exigen mantener información novedosa durante períodos prolongados pueden incrementar las dificultades de procesamiento, especialmente cuando no ofrecen oportunidades para revisar instrucciones o consultar materiales. La disponibilidad de apoyos externos, como esquemas, procedimientos escritos y ejemplos, permite

disminuir algunas exigencias de mantenimiento temporal sin sustituir el razonamiento que corresponde realizar al estudiante.

Comprender las relaciones entre atención y memoria de trabajo permite reconocer que la eficacia pedagógica no depende de incrementar permanentemente la intensidad de los estímulos ni de mantener ocupado al alumnado durante toda la clase. Una experiencia educativa cognitivamente pertinente dirige la atención hacia los elementos esenciales, organiza las exigencias de procesamiento y proporciona condiciones para establecer relaciones entre los contenidos. Estas decisiones constituyen el punto de partida para examinar cómo la carga cognitiva influye en el diseño de las experiencias de aprendizaje.

3.2 Procesamiento de la información, carga cognitiva y organización de experiencias de aprendizaje

La comprensión de contenidos académicos requiere coordinar diferentes operaciones mentales, cuya complejidad varía según la naturaleza de la información y las condiciones de enseñanza. La organización de una experiencia educativa puede facilitar estas operaciones o incrementar innecesariamente sus exigencias. La teoría de la carga cognitiva ofrece un marco explicativo para analizar esta relación y establecer criterios de diseño pedagógico compatibles con las características del procesamiento humano.

La carga cognitiva se refiere a las demandas que una actividad impone sobre los recursos limitados de la memoria de trabajo. Sweller et al. (2019) sostienen que estas demandas dependen, entre otros factores, de la complejidad de la información, las relaciones entre sus componentes y las condiciones en que se desarrolla la instrucción. Su planteamiento permite comprender por qué algunas tareas requieren un esfuerzo intelectual considerable, incluso cuando la cantidad de información presentada parece reducida.

La teoría distingue tradicionalmente entre carga cognitiva intrínseca y extrínseca. La primera se relaciona con la complejidad de los

elementos que deben procesarse conjuntamente para comprender un contenido, considerando los conocimientos del estudiante. La segunda corresponde a las exigencias derivadas de una presentación o una organización de la enseñanza que no contribuye adecuadamente al objetivo de aprendizaje.

La distinción resulta importante porque no toda dificultad cognitiva representa un problema pedagógico. Comprender un razonamiento matemático complejo o analizar críticamente una argumentación científica exige esfuerzo intelectual. El propósito de la enseñanza no consiste en eliminar estas demandas, sino en reducir aquellas que interfieren innecesariamente con la comprensión. La expresión *carga germana* se ha utilizado para referirse a los recursos destinados a procesos productivos de aprendizaje, aunque su consideración como una categoría independiente ha sido objeto de revisión dentro de la propia teoría.

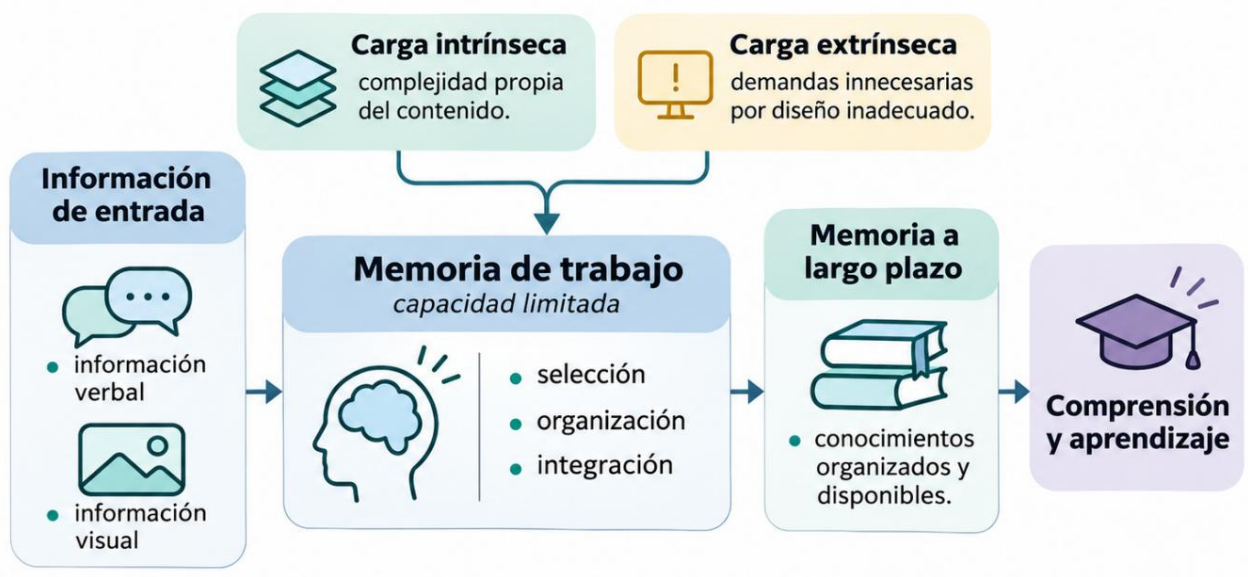


Figura 3 Carga cognitiva y procesamiento de la información durante el aprendizaje

La Figura 3 ilustra la relación entre el procesamiento de la información, las limitaciones de la memoria de trabajo y las exigencias cognitivas que intervienen durante el aprendizaje. La carga intrínseca se vincula con la complejidad del contenido y los conocimientos disponibles,

mientras que la carga extrínseca responde a demandas que pueden generarse por una organización inadecuada de la enseñanza.

Esta distinción permite comprender la importancia de estructurar los materiales, destacar la información relevante y reducir las exigencias innecesarias, favoreciendo la integración de nuevos conocimientos con los previamente adquiridos.

La organización de contenidos puede contribuir a regular estas exigencias mediante la identificación de relaciones conceptuales, la presentación progresiva de procedimientos y la integración de información complementaria. Una explicación estructurada permite reconocer qué elementos son esenciales y cómo se relacionan entre sí. La fragmentación, no obstante, debe responder a la estructura del conocimiento, evitando dividir artificialmente conceptos cuya comprensión requiere analizarlos conjuntamente.

El aprendizaje multimedia constituye un ámbito relevante para examinar estas decisiones. Mayer (2024) señala que la combinación de palabras e imágenes puede favorecer el aprendizaje cuando promueve un procesamiento cognitivo apropiado. La proximidad entre una representación gráfica y su explicación, la eliminación de información irrelevante y la señalización de elementos importantes forman parte de los principios investigados. Su utilidad depende de las características del material y de las necesidades del alumnado, por lo que no deben interpretarse como reglas inflexibles.

La incorporación de recursos visuales tampoco garantiza una comprensión superior. Las presentaciones que contienen animaciones decorativas, textos extensos o elementos simultáneos sin una relación clara pueden incrementar las demandas de procesamiento. Skulmowski y Xu (2022) advierten que determinadas características de los entornos digitales pueden aumentar la carga extrínseca y, al mismo tiempo, generar beneficios motivacionales o educativos. Esta observación impide

establecer una correspondencia automática entre reducción del esfuerzo cognitivo y mejora del aprendizaje.

Tabla 3 Criterios de organización pedagógica para regular las exigencias cognitivas

Condición de enseñanza	Dificultad potencial	Criterio de diseño pedagógico
Contenidos con múltiples relaciones conceptuales	Procesamiento simultáneo de elementos desconocidos	Organizar la complejidad mediante secuencias conceptualmente coherentes.
Explicaciones extensas	Dificultad para mantener información relevante	Diferenciar ideas centrales y proporcionar apoyos de consulta.
Materiales visuales recargados	Atención dirigida hacia elementos secundarios	Priorizar información pertinente y eliminar distracciones innecesarias.
Información verbal y gráfica desconectada	Esfuerzo adicional para establecer correspondencias	Integrar explicaciones y representaciones relacionadas.
Actividades con procedimientos desconocidos	Dificultad para coordinar operaciones	Incorporar ejemplos y orientaciones iniciales.

Elaboración propia.

La Tabla 3 sintetiza decisiones que pueden contribuir a regular las exigencias cognitivas sin disminuir la profundidad de los contenidos. Su aplicación requiere valorar la naturaleza de la tarea y el nivel de dominio del alumnado. Una organización adecuada no supone simplificar permanentemente la enseñanza, sino proporcionar condiciones para abordar progresivamente actividades que demandan mayor integración conceptual.

La relación entre carga cognitiva y experiencia educativa también comprende aspectos que exceden la presentación de materiales. Evans et al. (2024), en una investigación con 1287 estudiantes de educación secundaria, encontraron asociaciones entre estrategias docentes orientadas a reducir la carga cognitiva, motivación autónoma, compromiso y rendimiento académico. Estos resultados sugieren que la organización de la enseñanza puede relacionarse con diferentes dimensiones de la experiencia estudiantil, aunque el carácter observacional del estudio impide establecer relaciones causales definitivas.

Las exigencias cognitivas deben interpretarse considerando el propósito formativo. Una actividad de análisis crítico puede requerir mayor esfuerzo que una explicación introductoria, precisamente porque

demanda comparar información, construir argumentos y justificar decisiones. Reducir indiscriminadamente esa dificultad podría limitar el desarrollo de las capacidades previstas. La calidad del diseño pedagógico depende de mantener un equilibrio entre complejidad conceptual, conocimientos disponibles y apoyos proporcionados.

La evaluación de estas condiciones puede realizarse mediante la observación de dificultades recurrentes, las preguntas formuladas por los estudiantes y el análisis de sus procedimientos. Cuando los errores se relacionan con instrucciones confusas o información desorganizada, corresponde revisar la presentación de la tarea. Si las dificultades proceden de la complejidad conceptual, pueden requerirse explicaciones adicionales, ejemplos o actividades preparatorias.

La teoría de la carga cognitiva aporta criterios relevantes para organizar experiencias de aprendizaje, pero no constituye una explicación exhaustiva de todos los fenómenos educativos. Su integración con otras perspectivas permite reconocer que el esfuerzo mental adquiere significado en relación con las finalidades de la actividad, las características del estudiante y las oportunidades disponibles para construir conocimientos.

3.3 Interacción pedagógica, práctica guiada y desarrollo progresivo de la autonomía cognitiva

La construcción del conocimiento se desarrolla mediante actividades que requieren interpretar información, contrastar explicaciones y utilizar procedimientos para resolver situaciones. La interacción pedagógica interviene en este proceso al proporcionar oportunidades de orientación, intercambio y participación intelectual. Su importancia no depende exclusivamente de la frecuencia de las intervenciones docentes, sino de la pertinencia de las ayudas ofrecidas y de su relación con las necesidades cognitivas del estudiante.

La enseñanza guiada constituye una forma de acompañamiento que permite abordar tareas cuya complejidad supera las capacidades

disponibles para realizarlas de manera completamente independiente. Esta orientación puede incluir explicaciones, demostraciones, preguntas, ejemplos y recursos que faciliten la comprensión de los procedimientos. Su finalidad consiste en ofrecer apoyos temporales para que el estudiante adquiera progresivamente mayor capacidad de actuación autónoma.

El concepto de andamiaje pedagógico permite explicar esta relación entre orientación y participación. Los apoyos pueden organizarse mediante recursos previamente diseñados o intervenciones que responden a las dificultades identificadas durante la actividad. Su característica esencial es la adaptación a las necesidades del aprendizaje. Una ayuda resulta pertinente cuando permite avanzar en la comprensión sin sustituir innecesariamente el razonamiento que corresponde desarrollar al estudiante.

Van Nooijen et al. (2024), mediante una revisión de alcance de investigaciones sobre resolución de problemas visuales, examinaron formas de acompañamiento utilizadas por expertos para orientar a personas con menor experiencia. Su análisis identificó procedimientos relacionados con la dirección de la atención hacia información relevante y la agrupación de elementos para facilitar su interpretación. Aunque los resultados corresponden principalmente a tareas visuales especializadas, permiten reconocer mecanismos cognitivos que pueden orientar el estudio de las interacciones pedagógicas.

La práctica guiada adquiere especial relevancia durante la adquisición de procedimientos desconocidos. Observar una demostración permite reconocer la secuencia de acciones y las decisiones necesarias para realizar una tarea. Los ejemplos resueltos pueden facilitar la comprensión cuando muestran no solo el resultado, sino también las relaciones que justifican cada operación. Su eficacia depende de que el estudiante procese activamente la información y comprenda las razones que fundamentan el procedimiento.

La orientación docente puede adoptar distintas formas según el avance observado. Durante las primeras aproximaciones a un contenido complejo, las explicaciones explícitas contribuyen a establecer referencias conceptuales. Posteriormente, las preguntas y los ejercicios parcialmente resueltos pueden favorecer una participación más activa. Cuando el estudiante demuestra suficiente dominio, resulta pertinente incrementar las oportunidades para tomar decisiones, seleccionar procedimientos y justificar soluciones.

Esta progresión se relaciona con el principio de retirada gradual de apoyos. Sweller et al. (2019) explican que las estrategias de enseñanza deben ajustarse conforme aumenta el conocimiento del estudiante, ya que determinadas ayudas beneficiosas para principiantes pueden convertirse en información redundante para quienes poseen mayor experiencia. La orientación pedagógica requiere, por tanto, reconocer cuándo proporcionar explicaciones y cuándo disminuirlas para favorecer una actuación más independiente.

Tabla 4 Progresión de la práctica guiada hacia la autonomía cognitiva

Momento de aprendizaje	Participación docente	Participación estudiantil
Orientación inicial	Explica conceptos esenciales y demuestra procedimientos.	Reconoce relaciones y analiza ejemplos.
Práctica acompañada	Formula preguntas, proporciona indicaciones y ajusta las ayudas.	Aplica procedimientos, compara alternativas y justifica decisiones.
Actuación autónoma	Observa el desempeño e interviene cuando resulta necesario.	Selecciona estrategias, supervisa su ejecución y revisa resultados.

Elaboración propia.

La Tabla 4 representa una progresión orientativa y no una secuencia rígida de enseñanza. El tránsito entre los diferentes momentos depende de las evidencias de comprensión y del grado de complejidad de la actividad. Un estudiante puede desenvolverse autónomamente en determinados procedimientos y necesitar orientación cuando enfrenta problemas nuevos. Por ello, la retirada de apoyos debe responder al desempeño observado y no únicamente al tiempo transcurrido.

La interacción pedagógica también puede favorecer la construcción del conocimiento mediante el diálogo. Las preguntas que

requieren justificar respuestas, explicar relaciones causales o comparar interpretaciones permiten examinar la comprensión alcanzada. Su contribución depende de la calidad del intercambio y de las oportunidades ofrecidas para revisar las propias explicaciones. Una conversación frecuente no constituye necesariamente una experiencia de aprendizaje profundo cuando las intervenciones se limitan a reproducir información sin analizarla.

La participación entre estudiantes ofrece posibilidades adicionales para construir significados y contrastar procedimientos. Las actividades colaborativas pueden facilitar la identificación de perspectivas diferentes y la elaboración conjunta de soluciones. No obstante, reunir estudiantes en grupos no garantiza una interacción cognitivamente productiva. Es necesario establecer propósitos claros, distribuir responsabilidades y proporcionar criterios que permitan orientar el trabajo compartido.

La investigación sobre apoyos para el aprendizaje autorregulado aporta evidencia relevante en este ámbito. Shao et al. (2023) realizaron un metaanálisis de 46 estudios y encontraron un efecto global moderado de los andamiajes sobre las estrategias de regulación y el desempeño académico. Los resultados también mostraron variaciones según el tipo de apoyo, el nivel educativo, la disciplina y las condiciones de colaboración. Estas diferencias destacan la importancia de seleccionar las intervenciones de acuerdo con las características de cada situación educativa.

El desarrollo de la autonomía cognitiva implica que el estudiante adquiera progresivamente capacidad para comprender las exigencias de una tarea, seleccionar procedimientos pertinentes y examinar la validez de sus respuestas. Esta capacidad no surge necesariamente por la ausencia de intervención docente. Requiere oportunidades para practicar decisiones intelectuales, reconocer dificultades y utilizar criterios que permitan valorar el propio desempeño.

Una formación orientada a la autonomía debe evitar tanto la dependencia permanente de las explicaciones como la exigencia prematura de resolver problemas sin orientación suficiente. El exceso de ayuda puede restringir las oportunidades para elaborar respuestas propias, mientras que su retirada anticipada puede dificultar la comprensión de tareas complejas. La intervención pedagógica adquiere mayor pertinencia cuando se modifica en función del progreso demostrado.

La relación entre interacción, práctica guiada y autonomía permite comprender la enseñanza como un proceso de transferencia gradual de responsabilidades cognitivas. El docente organiza condiciones, proporciona orientación y analiza evidencias de desempeño; el estudiante participa activamente en la construcción de conocimientos y asume progresivamente decisiones sobre su aprendizaje. Esta relación constituye una base pedagógica para desarrollar capacidades de comprensión y actuación independiente, sin desconocer la importancia de los apoyos y de las interacciones sociales.

3.4 Reflexión del capítulo III

La construcción del conocimiento es un proceso que va mucho más allá de escuchar una explicación, leer un texto o memorizar información. Aprender implica comprender lo que se estudia, relacionarlo con experiencias anteriores, formular preguntas y encontrar sentido a los nuevos conocimientos. En el aula, este proceso se manifiesta de diferentes maneras: algunos estudiantes comprenden rápidamente una explicación, mientras que otros necesitan observar ejemplos, practicar o recibir orientaciones adicionales para alcanzar el mismo propósito. Estas diferencias nos recuerdan que la enseñanza no puede centrarse únicamente en la cantidad de contenidos desarrollados, sino en las oportunidades reales que ofrecemos para que cada estudiante pueda comprenderlos, analizarlos y utilizarlos. Desde esta perspectiva, el papel del docente consiste en organizar experiencias que despierten el

pensamiento y favorezcan una participación intelectual cada vez más activa.

La atención representa una condición importante para el aprendizaje, aunque mantenerla no depende exclusivamente de la voluntad del estudiante. Las características de las actividades, la claridad de las explicaciones, los conocimientos previos y las condiciones del entorno pueden influir en la manera en que se dirige y sostiene el esfuerzo cognitivo. En ocasiones, como docentes, podemos interpretar la falta de participación como desinterés, sin considerar que una explicación demasiado extensa, instrucciones poco claras o una actividad excesivamente compleja también pueden dificultar la comprensión. Reconocer estas situaciones invita a revisar nuestras prácticas y preguntarnos si la forma en que presentamos los contenidos facilita realmente el aprendizaje. Enseñar con claridad no significa reducir la profundidad académica, sino ofrecer una organización que permita a los estudiantes concentrarse en aquello que necesitan comprender.

La memoria de trabajo desempeña un papel fundamental en este proceso, ya que permite mantener y manipular temporalmente la información necesaria para realizar una actividad. Sin embargo, su capacidad es limitada, especialmente cuando los estudiantes se enfrentan a conocimientos nuevos o tareas que requieren procesar varios elementos simultáneamente. Esta realidad tiene implicaciones importantes para la planificación didáctica. Presentar demasiados conceptos en poco tiempo, combinar explicaciones con recursos visuales poco relacionados o exigir la ejecución simultánea de múltiples instrucciones puede generar dificultades que no necesariamente reflejan falta de capacidad. Por ello, resulta conveniente organizar los contenidos de manera progresiva, establecer relaciones entre las ideas y ofrecer oportunidades para detenerse, preguntar y comprobar lo comprendido antes de avanzar hacia nuevos desafíos.

En este sentido, la teoría de la carga cognitiva proporciona fundamentos valiosos para reflexionar sobre cómo diseñamos nuestras

clases. Su aporte no consiste en promover actividades sencillas o eliminar las dificultades, sino en distinguir entre las exigencias necesarias para aprender y aquellas que consumen recursos cognitivos sin contribuir significativamente a la comprensión. Un problema matemático, la interpretación de un texto científico o el análisis de una situación compleja pueden exigir un esfuerzo intelectual considerable y, precisamente por ello, convertirse en experiencias formativas relevantes. La responsabilidad docente consiste en evitar que ese esfuerzo se vea incrementado innecesariamente por explicaciones confusas, materiales desorganizados o instrucciones ambiguas. Cuando la enseñanza presenta una estructura clara, los estudiantes pueden dedicar mayor atención al razonamiento, la comprensión y la resolución de los problemas planteados.

La organización de las experiencias educativas también requiere reconocer que no todos los estudiantes necesitan el mismo nivel de orientación. Quienes se aproximan por primera vez a un contenido suelen beneficiarse de explicaciones estructuradas, ejemplos resueltos y demostraciones que permitan comprender los procedimientos involucrados. En cambio, cuando existe una base de conocimientos más sólida, las actividades pueden incorporar mayores oportunidades de exploración, análisis y resolución independiente. Esto demuestra que una estrategia pedagógica no resulta igualmente pertinente en todas las circunstancias. Su valor depende de los conocimientos previos del alumnado, la complejidad de la tarea y los objetivos que se pretende alcanzar. La enseñanza, por tanto, requiere flexibilidad y capacidad para ajustar los apoyos sin perder de vista las metas formativas.

La interacción entre docentes y estudiantes constituye otro elemento esencial en la construcción del conocimiento. Una explicación puede ofrecer información valiosa, pero es mediante las preguntas, el intercambio de ideas, la identificación de errores y la revisión de argumentos como se generan nuevas oportunidades para profundizar la comprensión. En la experiencia cotidiana del aula, muchas veces una

pregunta formulada en el momento oportuno permite reconocer una dificultad que había pasado inadvertida. Del mismo modo, escuchar cómo un estudiante explica su razonamiento puede revelar tanto los conocimientos que ha construido como aquellos aspectos que todavía necesita fortalecer. Estas situaciones muestran que enseñar también implica observar, escuchar e interpretar las respuestas del alumnado para tomar decisiones pedagógicas más pertinentes.

La práctica guiada adquiere especial importancia porque permite acompañar a los estudiantes mientras desarrollan habilidades que todavía no dominan completamente. Cuando un docente demuestra cómo resolver un problema, explica las razones de cada procedimiento y posteriormente invita a realizar actividades similares con orientación, está ofreciendo oportunidades para que el estudiante comprenda progresivamente qué debe hacer y por qué. Este acompañamiento no debe confundirse con proporcionar todas las respuestas o evitar que aparezcan dificultades. Su finalidad consiste en ofrecer los apoyos necesarios para que los estudiantes puedan afrontar desafíos que inicialmente resultarían difíciles de resolver de manera independiente. Conforme adquieren conocimientos y habilidades, esos apoyos pueden reducirse para favorecer una participación más autónoma.

El error también merece una valoración pedagógica cuidadosa. En ocasiones, los estudiantes experimentan temor a equivocarse porque asocian sus dificultades con una falta de capacidad. Sin embargo, cuando los errores se analizan mediante orientaciones claras y retroalimentación constructiva, pueden aportar información importante sobre los procesos de comprensión. Identificar por qué una respuesta no es adecuada, revisar un procedimiento o comparar diferentes alternativas permite reconocer aspectos que necesitan fortalecerse. Esto no significa que equivocarse garantice aprender, sino que las oportunidades de analizar y corregir los errores pueden contribuir al desarrollo del conocimiento. El docente desempeña un papel fundamental al crear

condiciones en las que preguntar, revisar y mejorar formen parte natural del trabajo académico.

La construcción del conocimiento también necesita espacios para la reflexión personal. No basta con que los estudiantes completen correctamente una actividad; es importante que puedan explicar cómo llegaron a una respuesta, qué estrategias utilizaron y qué dificultades encontraron. Estas oportunidades favorecen el desarrollo de habilidades metacognitivas, mediante las cuales las personas aprenden a reconocer y regular sus propios procesos de pensamiento. Preguntas como «¿por qué elegiste ese procedimiento?», «¿qué harías de manera diferente?» o «¿cómo comprobarías tu respuesta?» pueden ayudar a que los estudiantes examinen sus decisiones y desarrollen mayor conciencia sobre su aprendizaje. Incorporar estas prácticas de manera gradual contribuye a que el conocimiento deje de depender exclusivamente de las explicaciones del docente.

La autonomía cognitiva, por su parte, no aparece de manera espontánea ni se desarrolla simplemente dejando que los estudiantes trabajen solos. Requiere conocimientos suficientes, oportunidades para tomar decisiones, experiencias de práctica y orientaciones que permitan valorar los propios resultados. Un estudiante autónomo no es aquel que nunca necesita ayuda, sino quien desarrolla progresivamente la capacidad de reconocer qué comprende, identificar lo que necesita aprender y seleccionar estrategias apropiadas para afrontar nuevas situaciones. Esta autonomía se construye mediante una enseñanza que combina el acompañamiento con la posibilidad de asumir responsabilidades cada vez mayores. Por ello, el desafío pedagógico consiste en encontrar un equilibrio entre orientar y permitir que los estudiantes piensen, exploren y resuelvan problemas por sí mismos.

Desde una mirada docente, resulta necesario recordar que la comprensión profunda requiere tiempo, práctica y oportunidades para establecer conexiones significativas entre los conocimientos. Cumplir una planificación o finalizar un tema no garantiza que los estudiantes

ISBN: *978-9907-857-07-8*

hayan construido aprendizajes duraderos. En algunas ocasiones, será necesario retomar conceptos, ofrecer nuevas explicaciones o modificar una actividad cuando las respuestas del grupo evidencien dificultades. Estas decisiones no representan un retroceso en la enseñanza, sino una expresión del compromiso profesional con el aprendizaje. La capacidad de reconocer cuándo avanzar, cuándo detenerse y cuándo ofrecer apoyos adicionales constituye una parte esencial del criterio pedagógico.

Por último, comprender los procesos de atención, memoria de trabajo y construcción del conocimiento permite reconocer que enseñar es una tarea que requiere tanto fundamentos científicos como sensibilidad pedagógica. Las ciencias del aprendizaje ofrecen explicaciones valiosas sobre las condiciones que pueden favorecer la comprensión, pero corresponde al docente interpretar estos conocimientos y adaptarlos a las necesidades de sus estudiantes. Una enseñanza significativa no se mide únicamente por lo que se explica, sino por las oportunidades que genera para pensar, preguntar, practicar y construir conocimientos de manera progresiva. En este sentido, el mayor logro educativo no consiste en que los estudiantes dependan permanentemente de nuestras respuestas, sino en acompañarlos hasta que desarrollen la confianza, las habilidades y el criterio necesarios para encontrar sus propios caminos hacia el conocimiento.

> *"Enseñar es orientar el pensamiento; aprender es construir el conocimiento con comprensión y autonomía".*

CAPÍTULO IV

Consolidación, recuperación y transferencia del aprendizaje



CAPÍTULO IV.

4 Consolidación, recuperación y transferencia del aprendizaje

4.1 Memoria a largo plazo, consolidación del conocimiento y mecanismos del olvido

La permanencia del aprendizaje constituye una condición fundamental para que los conocimientos adquiridos puedan utilizarse más allá de las situaciones en las que fueron inicialmente desarrollados. Comprender un contenido durante una clase no garantiza su conservación ni su disponibilidad posterior. La formación de recuerdos duraderos depende de procesos que permiten estabilizar, reorganizar y recuperar información, cuya eficacia varía según las características de la experiencia y las oportunidades de utilización del conocimiento.

La memoria a largo plazo comprende sistemas que permiten conservar información durante períodos prolongados y utilizarla en diferentes circunstancias. Incluye conocimientos conceptuales, experiencias personales y habilidades adquiridas mediante la práctica. Estas formas de memoria presentan características diferenciadas, aunque interactúan durante numerosas actividades educativas. El aprendizaje de una disciplina, por ejemplo, requiere tanto la adquisición de conceptos como el desarrollo de procedimientos para aplicarlos en situaciones específicas.

La formación de recuerdos involucra procesos de codificación, consolidación y recuperación. La codificación permite establecer representaciones iniciales de la información; la consolidación comprende transformaciones que contribuyen a su estabilidad y reorganización; mientras que la recuperación posibilita acceder a conocimientos previamente adquiridos. Guskjolen y Cembrowski (2023) explican que estas operaciones se relacionan con cambios en conjuntos neuronales asociados con las experiencias, conocidos como *engramas*. Su

investigación permite comprender la memoria como un proceso dinámico, en el que las representaciones pueden modificarse a lo largo del tiempo.

La consolidación del conocimiento no consiste únicamente en conservar información sin alteraciones. También involucra procesos de integración y reorganización que pueden favorecer la relación entre experiencias recientes y conocimientos existentes. Las investigaciones neurocientíficas distinguen mecanismos de consolidación sináptica, relacionados con modificaciones en las conexiones neuronales, y procesos de consolidación sistémica, que comprenden transformaciones en la participación de diferentes redes cerebrales. Esta distinción permite analizar cómo determinados aprendizajes pueden adquirir estabilidad y modificar sus características durante períodos prolongados.

El sueño desempeña un papel relevante en estos procesos. Lutz et al. (2026), mediante una revisión de los mecanismos psicológicos y neuronales relacionados con la formación de recuerdos, destacan la participación del sueño en la reactivación y reorganización de representaciones previamente adquiridas. La evidencia disponible respalda su contribución a la consolidación de diferentes formas de memoria, aunque los efectos varían según el tipo de aprendizaje y las condiciones experimentales. El descanso, por tanto, representa una condición biológica importante, pero no reemplaza la necesidad de experiencias educativas adecuadas.

La estabilidad de un recuerdo tampoco equivale a su disponibilidad permanente. Una persona puede reconocer una explicación cuando vuelve a estudiarla y, al mismo tiempo, experimentar dificultades para recuperarla sin ayuda. Esta diferencia evidencia que la familiaridad con la información no constituye una medida suficiente de aprendizaje duradero. Desde una perspectiva pedagógica, es necesario distinguir entre comprender durante la exposición inicial, conservar el conocimiento y utilizarlo posteriormente sin depender de las condiciones originales de enseñanza.

El olvido forma parte del funcionamiento normal de la memoria. Puede manifestarse mediante dificultades para acceder a información previamente adquirida, interferencias entre aprendizajes o modificaciones en las representaciones almacenadas. Ryan y Frankland (2022) proponen que determinadas formas de olvido pueden relacionarse con procesos adaptativos de plasticidad neuronal que modifican la accesibilidad de los recuerdos. Esta interpretación cuestiona la concepción del olvido como un fenómeno exclusivamente pasivo o como una simple pérdida de información.

Las interferencias constituyen una explicación relevante de las dificultades de recuperación. La información adquirida anteriormente puede dificultar el acceso a contenidos recientes, mientras que nuevos aprendizajes pueden interferir con conocimientos previos. Estas relaciones dependen de la semejanza entre los materiales, las condiciones de adquisición y las claves disponibles para recordar. La acumulación de contenidos relacionados, sin oportunidades para distinguir sus características, puede generar confusiones que afectan el desempeño académico.

El olvido también puede cumplir funciones adaptativas al favorecer la selección de información relevante frente a múltiples experiencias. Murphy (2025) destaca que recordar implica procesos estratégicos de atención, selección y recuperación, mediante los cuales las personas priorizan determinados conocimientos según sus objetivos. Esta perspectiva no supone que olvidar contenidos académicos sea deseable, sino que la memoria humana necesita regular el acceso a la información y no conservar todas las experiencias con igual intensidad.

Las implicaciones educativas de estos mecanismos se relacionan con la necesidad de valorar el aprendizaje en diferentes momentos. Una respuesta correcta inmediatamente después de una explicación puede reflejar comprensión inicial, pero no demuestra necesariamente que el conocimiento permanecerá disponible. Las actividades de seguimiento y recuperación permiten obtener información sobre su conservación y

reconocer dificultades antes de que comprometan aprendizajes posteriores.

La consolidación representa, en consecuencia, un proceso que vincula las experiencias educativas con la permanencia y reorganización del conocimiento. Su comprensión permite superar la idea de que aprender equivale únicamente a recibir información o reproducirla durante una evaluación inmediata. La enseñanza necesita generar oportunidades para que los contenidos adquiridos se mantengan accesibles y puedan utilizarse de manera pertinente a lo largo del tiempo.

4.2 Recuperación activa, práctica espaciada e intercalada para favorecer aprendizajes duraderos

La permanencia del conocimiento depende, en parte, de las oportunidades que tienen los estudiantes para volver a utilizar lo aprendido. Las actividades de estudio no producen resultados equivalentes, aunque puedan generar una percepción inmediata de comprensión. La relectura continua, la repetición concentrada y la familiaridad con los materiales pueden facilitar determinadas tareas, pero no siempre favorecen la retención posterior. Las investigaciones en psicología cognitiva han identificado estrategias que permiten fortalecer el aprendizaje mediante la recuperación de información y la distribución organizada de la práctica.

La recuperación activa consiste en intentar recordar conocimientos previamente adquiridos sin depender inicialmente de su presentación completa. Puede realizarse mediante preguntas, explicaciones elaboradas de memoria, resolución de ejercicios o reconstrucción de conceptos. Su importancia radica en que recuperar información no constituye únicamente una forma de comprobar lo aprendido, sino una actividad que puede contribuir a fortalecer su disponibilidad posterior.

Yang et al. (2021) realizaron una revisión sistemática y un metaanálisis que integró 222 estudios independientes y datos de 48 478

estudiantes. Encontraron que las actividades de recuperación mediante pruebas favorecieron el rendimiento académico en comparación con otras condiciones de estudio, con un efecto global de magnitud moderada. Los resultados variaron según el formato de las preguntas, la frecuencia de aplicación, la retroalimentación y las características de las actividades. Esta evidencia respalda la utilidad educativa de la recuperación activa, sin establecer que todas las formas de evaluación produzcan beneficios equivalentes.

La recuperación puede favorecer el aprendizaje al fortalecer las relaciones que permiten acceder a la información y revelar dificultades que no siempre resultan evidentes durante la lectura. Cuando una persona intenta explicar un concepto sin consultar sus apuntes, necesita reconstruir sus componentes y reconocer las relaciones que ha logrado comprender. Las dificultades encontradas proporcionan información para orientar nuevas actividades de estudio.

Su aplicación pedagógica requiere evitar que toda actividad de recuperación se convierta en una evaluación de alta exigencia. Las preguntas breves, los ejercicios de evocación y las explicaciones sin apoyo inicial pueden incorporarse como oportunidades formativas. Cuando los estudiantes no consiguen recuperar la información, resulta importante proporcionar una respuesta correcta o una orientación que permita revisar el conocimiento. La repetición de errores sin corrección suficiente puede limitar los beneficios de la estrategia.

La práctica espaciada constituye otra condición relevante para la conservación del aprendizaje. Consiste en distribuir las oportunidades de estudio a lo largo del tiempo, en lugar de concentrarlas en una única sesión prolongada. Carpenter et al. (2022) señalan que la investigación ha demostrado beneficios de esta distribución temporal en diferentes dominios y grupos de edad, especialmente cuando se pretende mantener los conocimientos después de un intervalo considerable.

El espaciamiento introduce oportunidades para volver a procesar información que ha dejado de estar inmediatamente disponible. Esta condición puede exigir un esfuerzo de recuperación mayor que el experimentado durante repeticiones consecutivas, pero contribuir a una retención posterior más sólida. La dificultad experimentada durante el estudio no debe confundirse automáticamente con ineficacia, del mismo modo que la facilidad inmediata no garantiza aprendizaje duradero.

La organización de los intervalos depende de las características del contenido y del período durante el cual se pretende conservarlo. No existe una distribución temporal universal que resulte óptima para todas las disciplinas. El docente puede incorporar revisiones periódicas de conceptos fundamentales, actividades de recuperación de unidades anteriores y ejercicios que requieran utilizar conocimientos adquiridos en diferentes momentos del curso.



Figura 4 Distribución temporal de la práctica espaciada y la recuperación activa

La Figura 4 ilustra una secuencia de aprendizaje que combina la distribución temporal de la práctica con oportunidades sucesivas de recuperación activa. La organización de estas actividades permite volver a utilizar conocimientos previamente adquiridos y favorecer su conservación a largo plazo. Los intervalos representados tienen un carácter ilustrativo, pues su duración debe ajustarse a la complejidad del contenido, los objetivos educativos y las características del alumnado. La integración de ambas estrategias puede contribuir a fortalecer la retención y facilitar la utilización posterior de los conocimientos.

La práctica intercalada, por su parte, consiste en alternar categorías de problemas, procedimientos o contenidos relacionados durante una secuencia de aprendizaje. Se diferencia de la práctica por bloques, en la que se trabaja repetidamente un mismo tipo de actividad antes de pasar a otro. Su principal contribución potencial se encuentra en favorecer la identificación de diferencias entre situaciones y la selección de procedimientos adecuados.

Brunmair y Richter (2019), mediante un metaanálisis de 59 estudios, encontraron un efecto global favorable de la práctica intercalada, aunque con diferencias importantes según los materiales utilizados. Los beneficios fueron especialmente relevantes en determinadas tareas de discriminación visual y también se observaron en problemas matemáticos. En otras condiciones, los resultados fueron menos consistentes e incluso favorecieron la práctica por bloques. Esto indica que la intercalación debe utilizarse de acuerdo con las características del aprendizaje, sin considerarla superior en todas las circunstancias.

Tabla 5 Estrategias de práctica para favorecer la retención del aprendizaje

Estrategia	Característica principal	Aplicación pedagógica
Recuperación activa	Evocar información sin consultar inicialmente el material.	Formular preguntas o solicitar explicaciones de contenidos previamente estudiados.
Práctica espaciada	Distribuir el estudio en diferentes momentos.	Programar revisiones y actividades de recuperación durante el curso.
Práctica intercalada	Alternar problemas o contenidos relacionados.	Combinar ejercicios que requieran identificar y seleccionar distintos procedimientos.

Elaboración propia.

La Tabla 5 diferencia las estrategias según la operación cognitiva que promueven. Su aplicación puede combinarse dentro de una misma planificación: las actividades de recuperación pueden distribuirse temporalmente e incorporar problemas de distintas categorías. Esta integración debe responder a objetivos formativos específicos, considerando que la intercalación puede resultar prematura cuando los estudiantes todavía no comprenden los procedimientos fundamentales.

La selección de estrategias también requiere distinguir entre desempeño inmediato y aprendizaje duradero. Una actividad puede generar respuestas correctas durante la práctica sin garantizar que los conocimientos permanezcan disponibles semanas después. Carpenter et al. (2022) destacan que las percepciones subjetivas de aprendizaje pueden diferir del rendimiento obtenido en evaluaciones posteriores, lo que explica parcialmente por qué algunas estrategias eficaces son utilizadas con menor frecuencia que otras más familiares.

La recuperación activa, el espaciamiento y la intercalación ofrecen alternativas para organizar experiencias educativas orientadas a la permanencia del conocimiento. Su contribución no depende de incrementar indiscriminadamente la cantidad de ejercicios, sino de proporcionar oportunidades pertinentes para recordar, diferenciar y utilizar lo aprendido. La planificación debe considerar la naturaleza de los contenidos, los conocimientos disponibles y los resultados que se esperan alcanzar después de la enseñanza inicial.

4.3 Retroalimentación, evaluación formativa y transferencia del conocimiento a nuevas situaciones

La calidad del aprendizaje no depende exclusivamente de la capacidad para conservar información, sino también de reconocer errores, modificar interpretaciones y utilizar conocimientos en circunstancias diferentes. La retroalimentación y la evaluación formativa contribuyen a estos procesos al proporcionar información sobre el desempeño y generar oportunidades para mejorar. Su relación con la transferencia del aprendizaje adquiere relevancia cuando las experiencias educativas buscan desarrollar capacidades que puedan aplicarse más allá de las actividades inicialmente practicadas.

La retroalimentación comprende información que permite valorar la distancia entre el desempeño alcanzado y los criterios establecidos para una tarea. Su función pedagógica consiste en orientar la comprensión de los errores, identificar aspectos que requieren mejora y

proporcionar referencias para continuar aprendiendo. No debe confundirse con la simple asignación de calificaciones, ya que un resultado numérico no explica necesariamente qué necesita modificar el estudiante.

Wisniewski et al. (2020) realizaron un metaanálisis de 435 estudios que examinó los efectos de la retroalimentación sobre el aprendizaje. Los resultados mostraron beneficios generales, pero también una considerable heterogeneidad entre las intervenciones. La información proporcionada y las características del contenido influyeron en los resultados, lo que demuestra que la eficacia de la retroalimentación depende de su calidad y de las condiciones en que se utiliza.

Una retroalimentación pertinente debe relacionarse con aspectos específicos del desempeño. Se puede indicar únicamente que una respuesta es incorrecta proporciona información limitada cuando el estudiante desconoce el origen de su dificultad. Una orientación más completa puede identificar el procedimiento equivocado, explicar la razón de su inadecuación y ofrecer criterios para revisar la solución. Su extensión debe ser proporcional a la complejidad de la tarea y al nivel de conocimiento del alumnado.

La oportunidad de utilizar la información recibida constituye otro componente fundamental. Las observaciones entregadas después de finalizar una actividad pueden perder parte de su utilidad cuando no existen posibilidades de revisión. La retroalimentación adquiere mayor sentido formativo cuando se incorpora a una secuencia que permite analizar errores, modificar respuestas y comprobar mejoras.

Las investigaciones recientes también han examinado los efectos de la retroalimentación proporcionada mediante recursos digitales. Brummer et al. (2024), en un metaanálisis de 116 intervenciones, encontraron un efecto global favorable sobre el desempeño de aprendizaje.

Las diferencias observadas estuvieron relacionadas con factores como el contenido de la retroalimentación, la disciplina, el tipo de evaluación y el control ejercido por el estudiante. Estos resultados indican que la incorporación de tecnologías no garantiza beneficios por sí misma; su eficacia depende del diseño de la intervención y de la información que proporciona.

La evaluación formativa constituye un proceso más amplio que integra la recopilación e interpretación de evidencias para orientar las decisiones pedagógicas. Su finalidad no se limita a determinar qué conocimientos posee el estudiante, sino que busca identificar las condiciones necesarias para mejorar el aprendizaje durante su desarrollo. Las preguntas exploratorias, las producciones parciales, la observación de procedimientos y las actividades de autoevaluación pueden ofrecer información relevante cuando se utilizan para ajustar la enseñanza.

Yao et al. (2024) realizaron un metaanálisis de 118 estudios sobre evaluación formativa en educación escolar y encontraron un efecto positivo global sobre el rendimiento académico, aunque de magnitud relativamente pequeña. Sus resultados respaldan la utilidad de estas prácticas y, al mismo tiempo, muestran la importancia de evitar expectativas desproporcionadas sobre los beneficios de una intervención aislada.

La evaluación formativa también puede contribuir a que el estudiante desarrolle criterios para reconocer la calidad de su propio trabajo. Comparar una producción con estándares explícitos, identificar inconsistencias y justificar modificaciones favorece una participación más consciente en el proceso educativo. Su implementación requiere que los criterios de evaluación sean comprensibles y que las actividades ofrezcan posibilidades reales de mejora.

Tabla 6 Relación entre evaluación formativa, retroalimentación y mejora del aprendizaje

Componente	Función pedagógica	Evidencia de progreso
Identificación de dificultades	Reconocer errores conceptuales o procedimentales.	Explicación de las dificultades encontradas.
Retroalimentación específica	Orientar la corrección mediante criterios claros.	Modificación fundamentada de respuestas o procedimientos.
Revisión del desempeño	Aplicar las orientaciones recibidas.	Mejora respecto de la producción inicial.
Aplicación en nuevas situaciones	Comprobar la utilización del conocimiento fuera de la tarea original.	Resolución justificada de problemas diferentes.

Elaboración propia.

La Tabla 6 presenta la evaluación como un proceso orientado a la mejora y no únicamente a la verificación de resultados. Su componente final introduce una exigencia adicional: comprobar si los conocimientos pueden utilizarse en condiciones diferentes de aquellas en las que fueron adquiridos. Esta capacidad permite distinguir entre la reproducción de procedimientos conocidos y la comprensión necesaria para abordar nuevos problemas.

La transferencia del aprendizaje se refiere a la influencia que ejercen los conocimientos y habilidades adquiridos previamente sobre el desempeño en situaciones posteriores. Puede manifestarse cuando un estudiante reconoce relaciones entre problemas, utiliza principios conocidos para interpretar información nueva o adapta procedimientos a circunstancias diferentes. Su desarrollo depende de la naturaleza de las habilidades adquiridas y de las semejanzas y diferencias entre las situaciones de aprendizaje y aplicación.

La transferencia cercana ocurre cuando las nuevas tareas comparten características relevantes con las actividades practicadas. La transferencia lejana implica utilizar conocimientos en situaciones que presentan diferencias más amplias y requieren procesos adicionales de interpretación y adaptación. Esta distinción resulta útil para analizar la amplitud de los aprendizajes, aunque la distancia entre situaciones no siempre puede determinarse mediante criterios absolutos.

La investigación muestra que la transferencia no constituye una consecuencia automática de haber aprendido correctamente un contenido. Pan y Rickard (2018), mediante un metaanálisis sobre la transferencia asociada con la práctica de recuperación, encontraron beneficios en diferentes condiciones, pero identificaron variaciones importantes según las características de las tareas. Los resultados respaldan la posibilidad de favorecer la transferencia mediante determinadas experiencias de aprendizaje, sin establecer que las mejoras obtenidas en una actividad se generalicen necesariamente a cualquier situación posterior.

Para favorecer la aplicación flexible del conocimiento, las actividades educativas deben proporcionar oportunidades para reconocer principios comunes y analizar diferencias relevantes entre problemas. La comprensión conceptual adquiere especial importancia cuando los procedimientos habituales no pueden reproducirse de manera idéntica. Un estudiante que conoce las razones que justifican una operación dispone de mejores condiciones para evaluar cuándo resulta pertinente utilizarla y cuándo necesita modificarla.

La exposición a situaciones variadas también puede contribuir al reconocimiento de relaciones transferibles. Trabajar con problemas que presentan diferentes características permite examinar los límites de aplicación de un concepto y evitar que el aprendizaje quede asociado exclusivamente con un formato de ejercicio. Esta variación debe acompañarse de oportunidades para comparar, justificar y reflexionar sobre las decisiones adoptadas, especialmente cuando las diferencias entre situaciones no resultan evidentes.

La evaluación de la transferencia requiere diseñar actividades que no dependan únicamente de reproducir ejemplos conocidos. Las situaciones nuevas permiten analizar si el estudiante identifica los conocimientos pertinentes, selecciona procedimientos y argumenta sus decisiones. Su nivel de dificultad debe corresponder a los objetivos formativos y a las oportunidades de aprendizaje proporcionadas, evitando

interpretar cualquier error ante una tarea novedosa como ausencia de comprensión.

La relación entre consolidación, recuperación y transferencia permite comprender que la permanencia del conocimiento representa una condición necesaria, pero insuficiente, para alcanzar aprendizajes aplicables. Las experiencias educativas deben favorecer la conservación de información relevante, proporcionar oportunidades para recuperar lo aprendido y desarrollar capacidades para utilizarlo de manera flexible. La retroalimentación y la evaluación formativa contribuyen a este propósito cuando permiten reconocer dificultades, mejorar procedimientos y valorar el desempeño en situaciones progresivamente más complejas.

4.4 Reflexión del capítulo IV

La consolidación del aprendizaje constituye uno de los procesos más importantes de la formación educativa, porque permite comprender que aprender no significa únicamente recordar una explicación durante la clase o responder correctamente una evaluación. En nuestra experiencia como docentes, es frecuente observar que algunos estudiantes demuestran comprender un contenido mientras se desarrolla una actividad, pero encuentran dificultades para recuperarlo días o semanas después. Esta situación nos invita a reflexionar sobre la diferencia entre comprender algo en un momento determinado y construir conocimientos que permanezcan disponibles para utilizarlos en el futuro. Enseñar, por tanto, no debería limitarse a conseguir respuestas inmediatas, sino a generar oportunidades para que los estudiantes comprendan, recuerden y empleen lo aprendido en diferentes circunstancias.

La memoria desempeña un papel fundamental en este proceso, ya que permite conservar y recuperar conocimientos, experiencias y habilidades que se construyen a lo largo del tiempo. Sin embargo, la permanencia de la información no depende exclusivamente de la atención prestada durante una explicación ni de la cantidad de veces que se relee

un contenido. También intervienen la organización de los conocimientos, su relación con aprendizajes anteriores y las oportunidades posteriores para recuperarlos y utilizarlos. Desde esta perspectiva, resulta importante que los docentes reconsideremos aquellas prácticas centradas en presentar grandes cantidades de información en períodos reducidos, especialmente cuando no se ofrecen espacios suficientes para revisar, relacionar y fortalecer lo aprendido.

El olvido, aunque suele interpretarse como una dificultad o una señal de fracaso académico, forma parte del funcionamiento natural de la memoria humana. No toda la información que recibimos permanece disponible con la misma facilidad, y esto no significa necesariamente que la enseñanza haya sido inadecuada o que el estudiante carezca de capacidad. En ocasiones, los conocimientos necesitan ser retomados, reorganizados y recuperados mediante nuevas experiencias. Comprender esta realidad permite adoptar una actitud pedagógica más reflexiva, en la que las dificultades para recordar no se respondan únicamente con mayores exigencias de memorización, sino con estrategias que favorezcan la consolidación progresiva del aprendizaje. El desafío consiste en ofrecer oportunidades pertinentes para fortalecer los conocimientos antes de que las dificultades se acumulen y limiten la comprensión de contenidos posteriores.

La recuperación activa representa una estrategia valiosa porque invita al estudiante a recordar lo aprendido sin depender constantemente de la información que tiene frente a sí. A diferencia de releer repetidamente un texto o revisar una explicación, intentar responder una pregunta, reconstruir un procedimiento o explicar un concepto utilizando los propios conocimientos exige un esfuerzo cognitivo que puede contribuir a fortalecer la memoria. En el aula, esta práctica puede incorporarse mediante preguntas breves al inicio de una clase, actividades de evocación, explicaciones orales o ejercicios que permitan recuperar contenidos estudiados anteriormente. Su aplicación no requiere necesariamente recursos complejos ni evaluaciones extensas. Lo

importante es generar oportunidades para que los estudiantes comprueben qué recuerdan, identifiquen sus dificultades y reciban orientaciones que les permitan mejorar.

Desde la práctica docente, también resulta necesario comprender que recuperar información no significa exigir respuestas perfectas en todo momento. Cuando un estudiante intenta recordar un concepto y encuentra dificultades, esa experiencia puede convertirse en una oportunidad de aprendizaje si dispone posteriormente de una explicación o retroalimentación adecuada. Por ello, las actividades de recuperación deben desarrollarse en condiciones que favorezcan la participación y no se conviertan exclusivamente en situaciones de presión académica. El propósito no consiste en comprobar constantemente cuánto se ha olvidado, sino en ayudar a fortalecer aquello que todavía necesita consolidarse. Esta diferencia resulta esencial para que los estudiantes comprendan que recordar, equivocarse, revisar y volver a intentar forman parte de un proceso educativo continuo.

La práctica espaciada aporta otra perspectiva importante al demostrar que la distribución de las oportunidades de estudio a lo largo del tiempo puede favorecer la retención del conocimiento. En muchas ocasiones, los estudiantes concentran sus esfuerzos en las horas previas a una evaluación, logrando recordar información suficiente para responder correctamente, pero experimentando dificultades para recuperarla posteriormente. Aunque esta forma de estudio puede producir resultados inmediatos, no siempre favorece aprendizajes duraderos. Por esta razón, resulta conveniente planificar momentos de revisión y recuperación en diferentes etapas del proceso formativo. Retomar conceptos de clases anteriores, relacionarlos con nuevos contenidos o proponer actividades breves de repaso permite que el conocimiento se fortalezca progresivamente sin depender de jornadas intensivas de estudio.

La incorporación de la práctica espaciada también invita a reconsiderar la organización curricular. Con frecuencia, los contenidos

se presentan siguiendo una secuencia en la que cada tema parece concluir definitivamente antes de comenzar el siguiente. Sin embargo, el aprendizaje requiere establecer conexiones y recuperar conocimientos que continúan siendo necesarios para comprender nuevas ideas. Desde esta perspectiva, regresar a un concepto previamente estudiado no representa una repetición innecesaria ni una pérdida de tiempo. Por el contrario, puede constituir una oportunidad para profundizar su comprensión, reconocer nuevas relaciones y comprobar si los estudiantes pueden utilizarlo después de cierto período. Esta continuidad ayuda a comprender que el conocimiento no se construye mediante temas aislados, sino a través de relaciones que se desarrollan y fortalecen con la experiencia.

La intercalación de contenidos y procedimientos también ofrece posibilidades interesantes para enriquecer la enseñanza. Cuando los estudiantes trabajan exclusivamente con ejercicios de un mismo tipo, pueden aprender a reconocer un procedimiento por repetición inmediata, sin necesariamente comprender cuándo corresponde utilizarlo. Alternar problemas relacionados, pero que requieren diferentes estrategias, puede favorecer la capacidad para identificar sus características, distinguir conceptos y seleccionar procedimientos adecuados. No obstante, esta estrategia necesita aplicarse con criterio pedagógico, considerando la complejidad de los contenidos y el nivel de conocimientos del alumnado. Introducir demasiadas variaciones antes de que los estudiantes hayan adquirido una comprensión básica puede generar confusión. Por ello, la intercalación debe responder a una planificación que combine explicaciones claras, práctica suficiente y oportunidades progresivas para establecer diferencias entre los conocimientos.

Un aspecto especialmente relevante es reconocer que la facilidad experimentada durante el estudio no siempre constituye un indicador confiable de aprendizaje. En ocasiones, los estudiantes consideran que dominan un contenido porque pueden seguir una explicación, reconocer una respuesta o resolver un ejercicio inmediatamente después de

observar un ejemplo. Sin embargo, cuando deben recuperar ese conocimiento sin ayuda o aplicarlo en una situación diferente, pueden descubrir dificultades que no habían identificado. Esta realidad invita a enseñarles a valorar su aprendizaje mediante evidencias más allá de la familiaridad con los materiales. Explicar un concepto con sus propias palabras, resolver una actividad sin consultar el procedimiento o justificar una respuesta puede ofrecer información más útil sobre el nivel de comprensión alcanzado.

Las dificultades que aparecen durante el aprendizaje tampoco deben interpretarse siempre como experiencias negativas. Determinados desafíos cognitivos, cuando son adecuados para los conocimientos y capacidades del estudiante, pueden favorecer una comprensión más profunda y una retención más duradera. Sin embargo, es importante distinguir entre una dificultad que promueve el razonamiento y una exigencia excesiva que impide avanzar. El esfuerzo intelectual adquiere valor pedagógico cuando existe un propósito claro y se dispone de los apoyos necesarios para afrontar la tarea. Desde nuestra responsabilidad docente, esto implica diseñar actividades que representen desafíos reales, pero que también ofrezcan oportunidades para comprender, recibir orientación y reconocer los avances alcanzados. No se trata de hacer que aprender resulte innecesariamente difícil, sino de evitar que la búsqueda de respuestas rápidas sustituya la construcción del conocimiento.

La retroalimentación constituye un componente esencial de este proceso porque permite transformar las respuestas de los estudiantes en información útil para continuar aprendiendo. Una calificación puede indicar el nivel de desempeño alcanzado en una actividad, pero no siempre explica qué se ha comprendido, dónde se encuentra la dificultad o cómo puede mejorarse. Una retroalimentación formativa necesita ofrecer orientaciones claras, específicas y relacionadas con los objetivos de aprendizaje. En lugar de limitarse a señalar que una respuesta es incorrecta, el docente puede ayudar a identificar el razonamiento que necesita revisarse, reconocer los aspectos logrados y proponer acciones

concretas para avanzar. Esta forma de acompañamiento permite que la evaluación se convierta en una oportunidad de comprensión y mejora.

Desde una mirada humana de la enseñanza, también es importante considerar cómo reciben los estudiantes la información sobre su desempeño. Una observación puede estar académicamente fundamentada, pero perder parte de su valor si se comunica de manera confusa o desalentadora. La retroalimentación debe promover la reflexión sin desvalorizar el esfuerzo ni reducir la identidad del estudiante a un resultado. Reconocer los avances, explicar las dificultades con respeto y ofrecer oportunidades reales para corregir contribuye a construir una relación más constructiva con el aprendizaje. Esto no significa evitar las observaciones críticas, sino comunicarlas de manera que orienten la mejora. El estudiante necesita comprender que una dificultad identifica un aspecto de su desempeño que puede trabajar, no una limitación definitiva de sus capacidades.

La evaluación formativa amplía esta comprensión al reconocer que evaluar no consiste únicamente en medir resultados al finalizar un período académico. También implica observar cómo se desarrolla el aprendizaje, identificar necesidades y utilizar la información obtenida para ajustar la enseñanza. Las preguntas realizadas durante una explicación, las actividades prácticas, las producciones escritas y los intercambios entre estudiantes pueden proporcionar evidencias valiosas sobre los conocimientos construidos. Cuando el docente interpreta estas evidencias y modifica sus decisiones pedagógicas, la evaluación se integra de manera natural al proceso educativo. De este modo, deja de ser una actividad aislada y se convierte en una herramienta que permite mejorar tanto el aprendizaje del alumnado como la propia práctica docente.

Otro aspecto fundamental es que los estudiantes aprendan a participar activamente en la valoración de sus propios avances. La autoevaluación y la reflexión sobre el desempeño pueden ayudarles a reconocer qué conocimientos dominan, cuáles necesitan fortalecer y qué

estrategias les resultan más útiles. Sin embargo, desarrollar esta capacidad requiere orientación, criterios claros y oportunidades de práctica. No basta con preguntar si una actividad fue fácil o difícil; es necesario ayudar a identificar las razones de esas percepciones y relacionarlas con evidencias concretas. Cuando los estudiantes comprenden cómo valorar sus conocimientos, pueden tomar decisiones más conscientes sobre su estudio, organizar mejor sus esfuerzos y asumir progresivamente mayor responsabilidad en su formación.

La transferencia del aprendizaje representa uno de los propósitos más importantes y, al mismo tiempo, uno de los desafíos más complejos de la educación. Comprender un concepto dentro del aula no garantiza que el estudiante pueda utilizarlo de manera adecuada en circunstancias diferentes. Para lograrlo, necesita reconocer las relaciones entre situaciones, identificar principios relevantes y adaptar sus conocimientos a nuevas exigencias. Esta capacidad no surge necesariamente por el simple hecho de haber estudiado un contenido. Requiere experiencias que permitan comparar problemas, analizar ejemplos variados y reflexionar sobre las condiciones en las que un conocimiento puede resultar pertinente. Por esta razón, una enseñanza orientada a la transferencia debe ofrecer oportunidades para utilizar lo aprendido más allá de los ejercicios habituales.

En la vida cotidiana, las personas rara vez encuentran problemas organizados de la misma manera que aparecen en los materiales educativos. Las situaciones reales suelen exigir interpretar información incompleta, tomar decisiones, considerar alternativas y relacionar conocimientos procedentes de diferentes áreas. Preparar a los estudiantes para afrontar estos desafíos implica promover experiencias que favorezcan el razonamiento y la aplicación reflexiva del conocimiento. Un problema contextualizado, un proyecto interdisciplinario o el análisis de una situación cercana a la realidad pueden ofrecer oportunidades para establecer estas conexiones, siempre que exista una relación clara con los objetivos formativos. Lo importante no es incorporar actividades

aparentemente innovadoras, sino favorecer que los estudiantes comprendan cómo, cuándo y por qué pueden utilizar lo que han aprendido.

Asimismo, la consolidación y la transferencia del aprendizaje requieren reconocer el valor del tiempo dentro del proceso educativo. No todos los conocimientos se desarrollan con la misma rapidez ni todas las habilidades pueden fortalecerse mediante una única experiencia. En ocasiones, será necesario regresar a contenidos anteriores, ofrecer nuevos ejemplos o permitir que los estudiantes practiquen en situaciones diferentes antes de alcanzar un desempeño más independiente. Esta continuidad exige una planificación flexible y una actitud docente dispuesta a revisar las decisiones cuando las evidencias muestran que los aprendizajes todavía no se han consolidado.

Para concluir, reflexionar sobre la consolidación del aprendizaje nos invita a reconsiderar qué significa realmente enseñar y qué esperamos que nuestros estudiantes conserven de su experiencia educativa. Más allá de las calificaciones y de los resultados obtenidos al finalizar una actividad, uno de los mayores propósitos de la educación consiste en construir conocimientos que permanezcan disponibles, puedan relacionarse con nuevas experiencias y contribuyan a comprender el mundo. Como docentes, nuestra responsabilidad no termina cuando explicamos un contenido o comprobamos que ha sido comprendido inicialmente.

> *"El verdadero aprendizaje no termina cuando comprendemos algo, sino cuando podemos recordarlo y utilizarlo para afrontar nuevos desafíos".*

CAPÍTULO V

Neuroeducación y transformación de las prácticas pedagógicas contemporáneas



CAPÍTULO V.

5 Neuroeducación y transformación de las prácticas pedagógicas contemporáneas

5.1 Diversidad neurocognitiva, inclusión y diseño de experiencias educativas flexibles

La diversidad neurocognitiva constituye una característica de las poblaciones educativas y se manifiesta en las diferentes formas de procesar información, regular la conducta, comunicarse y participar en las experiencias de aprendizaje. Su reconocimiento exige superar las concepciones que consideran la existencia de un estudiante promedio como referencia suficiente para organizar la enseñanza. Las capacidades individuales se desarrollan mediante la interacción entre características personales, experiencias educativas y condiciones contextuales, por lo que las diferencias observadas no pueden interpretarse exclusivamente desde una perspectiva biológica.

El concepto de neurodiversidad reconoce la variabilidad natural del funcionamiento cognitivo humano y permite cuestionar interpretaciones que presentan determinadas formas de procesamiento como únicas o normativas. Dentro de este marco, la neurodivergencia suele emplearse para describir características asociadas con condiciones como el autismo, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad o la dislexia, entre otras. Esta perspectiva no elimina la existencia de dificultades funcionales ni las necesidades de apoyo especializado, sino que propone comprenderlas considerando también las barreras presentes en los entornos educativos.

La inclusión adquiere relevancia cuando las instituciones reconocen que las dificultades de participación no dependen únicamente de las características individuales. La organización de las actividades, los formatos de presentación, los procedimientos de evaluación y las condiciones de interacción pueden facilitar u obstaculizar el acceso al

aprendizaje. McDowall y Kiseleva (2024), mediante una revisión de investigaciones sobre apoyos para estudiantes neurodivergentes en educación superior, encontraron que la evidencia disponible se concentraba principalmente en intervenciones dirigidas a condiciones específicas, con muestras reducidas y resultados heterogéneos. Su análisis destaca la necesidad de ampliar la investigación hacia el diseño curricular y las prácticas institucionales inclusivas.

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) proporciona un marco para anticipar barreras y organizar experiencias educativas que reconozcan la variabilidad del alumnado. Las directrices actualizadas por CAST (2024) proponen considerar múltiples formas de compromiso, representación, acción y expresión. Su finalidad consiste en ampliar las oportunidades de acceso y participación sin reducir las exigencias académicas ni establecer itinerarios completamente separados para cada estudiante.

La flexibilidad pedagógica requiere distinguir entre los objetivos de aprendizaje y los medios utilizados para alcanzarlos. Cuando la competencia que se pretende desarrollar no depende de un formato específico de participación, pueden ofrecerse alternativas que permitan demostrar conocimientos mediante diferentes procedimientos. Esta posibilidad no implica que todas las actividades o evaluaciones sean intercambiables. La selección de alternativas debe preservar las capacidades que se pretende desarrollar y los criterios utilizados para valorar el desempeño.

La diversificación de recursos también exige considerar las condiciones de accesibilidad. Los materiales digitales compatibles con tecnologías de apoyo, los subtítulos, las descripciones de elementos visuales y la claridad de las instrucciones pueden reducir barreras para estudiantes con distintas necesidades. Su pertinencia debe valorarse según las características de las actividades, evitando incorporar recursos que incrementen innecesariamente las exigencias de procesamiento.

Tabla 7 Criterios para el diseño de experiencias educativas inclusivas y flexibles

Dimensión	Barrera potencial	Criterio pedagógico
Acceso a la información	Materiales disponibles en un único formato inaccesible	Proporcionar alternativas accesibles de representación.
Participación	Actividades con una sola modalidad de interacción	Ofrecer formas pertinentes de participación.
Expresión del conocimiento	Evaluaciones que incorporan exigencias ajenas al objetivo	Diversificar las respuestas cuando la competencia lo permita.
Organización de tareas	Instrucciones ambiguas o procedimientos poco claros	Explicitar objetivos, secuencias y criterios de desempeño.
Apoyos educativos	Recursos que no responden a necesidades identificadas	Ajustar los apoyos mediante observación y diálogo con el alumnado.

Elaboración propia.

La Tabla 7 presenta criterios orientados a identificar barreras que pueden modificarse desde el diseño pedagógico. Las decisiones propuestas no dependen de asignar categorías neurocognitivas rígidas, sino de reconocer las condiciones que dificultan la participación. Su aplicación exige mantener los objetivos formativos y valorar si las alternativas ofrecidas permiten desarrollar y demostrar las competencias previstas.

La implementación del DUA también requiere una interpretación crítica. De la Fuente-González et al. (2025), en una revisión sistemática de 88 documentos sobre formación docente, encontraron que su incorporación se vinculaba frecuentemente con la atención a estudiantes con discapacidad, lo que podía restringir su alcance como enfoque general de inclusión. Las investigadoras destacan la necesidad de ampliar su comprensión y fortalecer las capacidades docentes para utilizarlo en diferentes contextos educativos.

La neuroeducación puede contribuir a esta transformación cuando favorece una comprensión fundamentada de la variabilidad humana sin convertir las diferencias cognitivas en etiquetas determinantes. El diseño inclusivo no busca eliminar las particularidades individuales ni uniformar las experiencias de aprendizaje. Su propósito consiste en establecer condiciones que permitan alcanzar objetivos educativos compartidos mediante oportunidades de acceso, participación y apoyo pertinentes.

5.2 Tecnologías digitales e inteligencia artificial: oportunidades y límites desde las ciencias del aprendizaje

La incorporación de tecnologías digitales ha ampliado las posibilidades de organizar experiencias educativas mediante recursos interactivos, entornos virtuales y herramientas de apoyo al aprendizaje. Su desarrollo permite diversificar las formas de acceder a la información, participar en actividades y recibir orientación. No obstante, la presencia de tecnología no constituye, por sí misma, una mejora pedagógica. Su contribución depende de las funciones que cumple dentro de la enseñanza, las capacidades que pretende desarrollar y las condiciones en que se utiliza.

Las ciencias del aprendizaje proporcionan criterios para examinar estas herramientas desde sus efectos sobre los procesos cognitivos y el desempeño educativo. Los recursos digitales pueden facilitar la representación de fenómenos complejos, permitir la manipulación de variables y ofrecer oportunidades de práctica que serían difíciles de reproducir mediante otros medios. Su utilidad requiere una organización que permita comprender el contenido y evitar que la atención se concentre exclusivamente en las características de la herramienta.

La UNESCO (2023), en su informe mundial sobre tecnología en la educación, señala que los beneficios educativos de las herramientas digitales deben analizarse considerando su pertinencia, equidad, escalabilidad y sostenibilidad. También advierte que la evidencia rigurosa sobre su valor añadido continúa siendo insuficiente en determinados ámbitos. Esta situación exige distinguir entre la disponibilidad de innovaciones tecnológicas y la demostración de mejoras efectivas en los resultados de aprendizaje.

La inteligencia artificial introduce nuevas posibilidades mediante sistemas capaces de procesar información, generar contenidos y proporcionar respuestas adaptadas a diferentes solicitudes. En

educación, sus aplicaciones incluyen la elaboración de materiales, la generación de actividades, el apoyo a la comprensión de conceptos y la orientación durante la resolución de problemas. Estas funciones pueden complementar determinadas tareas docentes, aunque su utilización no garantiza que los estudiantes desarrollen las capacidades previstas.

Una de las oportunidades de la inteligencia artificial generativa consiste en proporcionar explicaciones alternativas y preguntas que favorezcan la exploración de contenidos. También puede utilizarse para elaborar ejercicios de práctica, presentar situaciones problemáticas o facilitar la revisión inicial de producciones. Su valor pedagógico depende de que estas actividades exijan interpretar, contrastar y aplicar conocimientos, en lugar de limitarse a recibir respuestas elaboradas automáticamente.

Deng et al. (2025), mediante una revisión sistemática y un metaanálisis de investigaciones experimentales sobre ChatGPT, encontraron efectos favorables sobre el rendimiento académico, determinados estados motivacionales y algunas medidas de pensamiento de orden superior. Los resultados también presentaron limitaciones metodológicas y una considerable heterogeneidad entre estudios, especialmente en la evaluación de capacidades complejas y la permanencia de los beneficios. Estos hallazgos respaldan un potencial educativo condicionado por el diseño de las actividades y los procedimientos de evaluación.

La facilidad para obtener respuestas plantea dificultades cuando los estudiantes sustituyen las operaciones cognitivas necesarias para aprender por la reproducción de contenidos generados. Resolver una actividad con asistencia tecnológica no equivale necesariamente a comprender los procedimientos utilizados. La reducción del esfuerzo mental puede resultar beneficiosa cuando elimina exigencias irrelevantes, pero también puede limitar las oportunidades de aprendizaje si reemplaza procesos esenciales de análisis, razonamiento o elaboración personal.

La utilización de inteligencia artificial requiere establecer criterios que permitan conservar la participación intelectual del estudiante. Una herramienta puede contribuir a formular preguntas orientadoras, identificar errores o presentar explicaciones adicionales, mientras que la interpretación de la información y la justificación de las decisiones deben permanecer vinculadas con las competencias que se pretende desarrollar. La evaluación necesita distinguir entre la calidad del producto obtenido y los conocimientos que la persona puede demostrar de manera autónoma.

La integración tecnológica también presenta desafíos relacionados con la fiabilidad de la información. Los sistemas generativos pueden producir respuestas incorrectas, referencias inexistentes o explicaciones que aparentan coherencia sin suficiente fundamento. Su utilización educativa exige procedimientos de verificación y una comprensión crítica de las limitaciones de los resultados generados. Esta responsabilidad adquiere especial importancia cuando las herramientas se utilizan para elaborar materiales académicos o apoyar decisiones pedagógicas.

La protección de datos constituye otra condición fundamental. La recopilación y el procesamiento automatizado de información estudiantil pueden generar riesgos para la privacidad, especialmente cuando involucran antecedentes personales, características del aprendizaje o resultados individuales. Los sistemas de seguimiento no deben emplearse para elaborar diagnósticos neurocognitivos ni clasificaciones permanentes sin fundamentos científicos, garantías adecuadas y procedimientos autorizados.

La UNESCO, mediante el marco de competencias en inteligencia artificial para docentes elaborado por Miao y Cukurova (2024), propone integrar conocimientos técnicos, criterios éticos, capacidades pedagógicas y una perspectiva centrada en las personas. Este enfoque reconoce que la competencia digital docente no se limita al dominio instrumental de aplicaciones, sino que comprende la capacidad para evaluar sus consecuencias y utilizarlas de manera responsable.

La transformación pedagógica asociada con las tecnologías digitales requiere valorar qué actividades se enriquecen mediante su incorporación y cuáles pueden desarrollarse adecuadamente sin ellas. Una innovación resulta pertinente cuando amplía las posibilidades de comprensión, participación o desarrollo de competencias, y no simplemente porque sustituye un procedimiento tradicional por otro digital.

Las ciencias del aprendizaje permiten establecer una posición equilibrada frente a estas transformaciones. La tecnología puede ofrecer recursos valiosos para diversificar experiencias y apoyar determinadas actividades cognitivas, pero no reemplaza la necesidad de una enseñanza fundamentada, una interacción pedagógica significativa y una evaluación rigurosa. Su incorporación debe responder a problemas educativos identificados y demostrar beneficios relevantes para las capacidades que se pretende desarrollar.

5.3 Implementación y evaluación de prácticas neuroeducativas basadas en evidencia

La incorporación de conocimientos neuroeducativos a las prácticas docentes requiere superar la distancia entre los hallazgos científicos y las condiciones reales de enseñanza. Comprender determinados mecanismos cerebrales no garantiza que las intervenciones derivadas de ese conocimiento produzcan mejoras educativas. La implementación exige relacionar fundamentos teóricos, decisiones pedagógicas y procedimientos de evaluación que permitan identificar los resultados alcanzados.

Las prácticas neuroeducativas basadas en evidencia pueden entenderse como intervenciones fundamentadas en conocimientos científicos sobre el aprendizaje, cuyo diseño considera las características del contexto y dispone de criterios para valorar su eficacia. Esta perspectiva reconoce que los hallazgos neurocientíficos necesitan

articularse con investigaciones cognitivas y pedagógicas antes de convertirse en recomendaciones educativas.

La investigación sobre transferencia del conocimiento científico al aula ha identificado dificultades relacionadas con las diferencias entre los entornos experimentales y las situaciones educativas habituales. Fante y Manganello (2026), mediante una revisión de alcance de 24 estudios empíricos publicados entre 2015 y 2025, encontraron una considerable diversidad metodológica en las intervenciones de neurociencia educativa. También identificaron limitaciones relacionadas con la preparación docente, la participación de los actores educativos y el seguimiento de las condiciones de implementación.

Estos resultados permiten reconocer que una práctica fundamentada no puede evaluarse únicamente por su coherencia con una teoría neurocientífica. Es necesario determinar si responde a una necesidad educativa concreta, si las actividades propuestas son viables y si generan cambios relevantes en el aprendizaje. La calidad de la implementación depende tanto de la solidez de sus fundamentos como de las condiciones que permiten desarrollarla de manera consistente.

La identificación del problema educativo constituye una condición inicial para seleccionar intervenciones pertinentes. Las dificultades recurrentes en la comprensión de contenidos, la participación limitada o la escasa aplicación de conocimientos pueden requerir decisiones pedagógicas diferentes. La utilización de una estrategia debe responder a las características del problema, evitando incorporar procedimientos únicamente por su popularidad o por presentarse como innovaciones respaldadas por la neurociencia.

El diseño de la intervención requiere establecer objetivos verificables y precisar las actividades necesarias para alcanzarlos. Las decisiones deben considerar los contenidos, la disponibilidad de recursos, las características del alumnado y las condiciones institucionales. También resulta importante diferenciar los componentes esenciales de una práctica de aquellos que pueden adaptarse sin alterar su propósito.

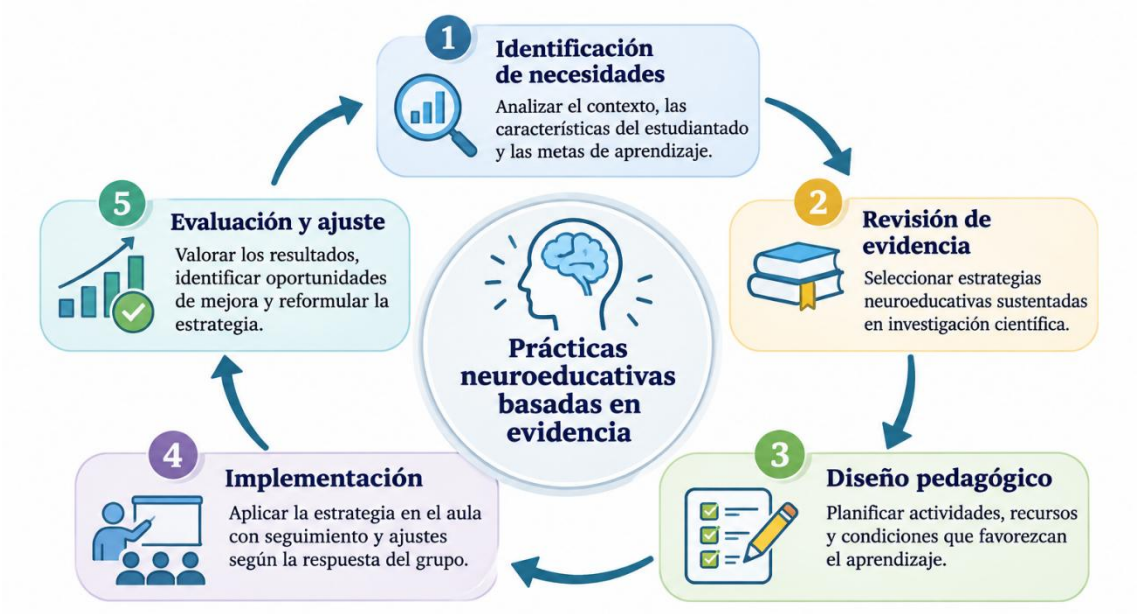


Figura 5 Ciclo de implementación y evaluación de prácticas neuroeducativas basadas en evidencia

La Figura 5 representa el carácter cíclico de la implementación y evaluación de prácticas neuroeducativas fundamentadas en evidencia científica. El proceso comprende la identificación de necesidades educativas, la revisión de investigaciones pertinentes, el diseño pedagógico, la aplicación de estrategias y la valoración de los resultados obtenidos. La relación entre estas etapas permite comprender que las decisiones docentes deben someterse a un proceso continuo de análisis y ajuste, considerando las características del contexto y las evidencias de aprendizaje. Esta perspectiva favorece la mejora progresiva de las intervenciones y evita asumir que una estrategia resulta eficaz únicamente por su fundamentación teórica.

La formación docente representa un elemento fundamental para sostener estas decisiones. Garay Alemany et al. (2026), en una revisión sistemática de 26 estudios, encontraron que la incorporación de conocimientos neurocientíficos en los programas de formación docente continúa siendo desigual. Una parte considerable de las investigaciones se concentra en conceptos generales y neuromitos, mientras que las experiencias de aplicación pedagógica evaluadas sistemáticamente presentan menor desarrollo. Esta situación evidencia la necesidad de vincular la formación científica con competencias concretas de diseño, implementación y evaluación educativa.

La evaluación de prácticas neuroeducativas debe considerar tanto el desarrollo de la intervención como sus resultados. El seguimiento de la implementación permite establecer si las actividades se realizaron conforme a lo previsto y qué circunstancias pudieron modificar su desarrollo. La valoración de los resultados, por su parte, requiere identificar cambios en conocimientos, habilidades o desempeños directamente relacionados con los objetivos establecidos.

Tabla 8 Criterios para implementar y evaluar prácticas neuroeducativas

Dimensión	Criterio de valoración	Evidencia educativa
Pertinencia	Correspondencia entre la intervención y la necesidad identificada	Diagnóstico inicial y objetivos definidos.
Fundamentación científica	Coherencia con investigaciones relevantes	Estudios y revisiones que respaldan la propuesta.
Implementación	Cumplimiento de los componentes previstos	Registros de actividades y ajustes realizados.
Resultados de aprendizaje	Cambios en conocimientos o habilidades	Evaluaciones y producciones comparables.
Viabilidad	Posibilidad de mantener la práctica en el contexto	Recursos utilizados y valoración docente.

Elaboración propia.

La Tabla 8 organiza los principales criterios para examinar una intervención desde su justificación hasta su sostenibilidad. Su utilización permite diferenciar problemas de diseño, dificultades de implementación y resultados insuficientes. Una práctica puede contar con fundamentos científicos adecuados y no producir los efectos esperados debido a condiciones contextuales, mientras que una experiencia valorada

positivamente por los participantes puede carecer de evidencias suficientes sobre su contribución al aprendizaje.

La interpretación de los resultados exige utilizar procedimientos de evaluación compatibles con los objetivos y las características de la intervención. Las comparaciones entre desempeños iniciales y posteriores pueden ofrecer información sobre el progreso, aunque no permiten atribuir automáticamente los cambios a una única estrategia. Cuando sea posible, la incorporación de grupos de comparación, medidas de seguimiento y criterios previamente establecidos fortalece la interpretación de los efectos observados.

Las evidencias cualitativas también pueden contribuir a comprender las condiciones de implementación. Las observaciones de clase, las entrevistas y el análisis de experiencias permiten identificar dificultades que no siempre se reflejan en los resultados cuantitativos. Su utilización debe responder a preguntas específicas y complementar, cuando corresponda, los indicadores de aprendizaje.

El seguimiento adquiere especial importancia para determinar si los cambios observados permanecen después de finalizar la intervención. Una mejora inmediata puede resultar relevante, pero no constituye evidencia suficiente de aprendizaje duradero. Las evaluaciones posteriores permiten examinar la estabilidad de los resultados y reconocer si los conocimientos pueden utilizarse en actividades diferentes de aquellas que formaron parte de la experiencia inicial.

La colaboración entre docentes, investigadores y responsables institucionales puede fortalecer la calidad de estas prácticas. Los equipos docentes aportan conocimiento sobre las condiciones del aula, mientras que los investigadores contribuyen con herramientas metodológicas para formular preguntas, analizar datos e interpretar resultados. Esta relación debe desarrollarse mediante un intercambio que reconozca la experiencia profesional y favorezca decisiones compartidas.

La sostenibilidad de una intervención depende de su integración en las actividades educativas habituales. Las propuestas que requieren recursos inaccesibles, tiempos excesivos o procedimientos difíciles de mantener pueden generar resultados favorables durante experiencias aisladas sin consolidarse como prácticas institucionales. Por ello, la evaluación también debe considerar la viabilidad organizativa y las posibilidades de continuidad.

La transformación de las prácticas pedagógicas contemporáneas requiere una relación sostenida entre investigación científica, reflexión profesional y evaluación educativa. La neuroeducación puede contribuir a este propósito cuando sus conocimientos se utilizan para comprender mejor las condiciones del aprendizaje y fundamentar decisiones susceptibles de comprobación. Su aporte no consiste en establecer métodos universales derivados del funcionamiento cerebral, sino en fortalecer una enseñanza capaz de integrar conocimientos científicos, atender la diversidad y valorar críticamente sus propios resultados.

5.4 Reflexión del capítulo V

La transformación de las prácticas pedagógicas contemporáneas exige comprender que el conocimiento sobre el funcionamiento cerebral adquiere valor educativo cuando contribuye a mejorar las condiciones de enseñanza y aprendizaje. La neuroeducación ofrece fundamentos para reconocer la diversidad de capacidades, experiencias y necesidades del alumnado, pero su aplicación requiere superar las interpretaciones que pretenden establecer métodos universales a partir de características neurocognitivas. Una educación inclusiva debe considerar las diferencias individuales sin convertirlas en categorías rígidas que condicionen las oportunidades de desarrollo.

El diseño de experiencias educativas flexibles representa una oportunidad para construir entornos más accesibles y participativos. Su propósito no consiste en reducir las exigencias académicas ni multiplicar indiscriminadamente las estrategias, sino en identificar barreras y

ofrecer alternativas pertinentes para alcanzar objetivos formativos compartidos. La inclusión adquiere significado cuando se refleja en decisiones pedagógicas que reconocen la diversidad y permiten que cada estudiante participe en condiciones adecuadas, manteniendo expectativas de aprendizaje fundamentadas.

Las tecnologías digitales y la inteligencia artificial amplían las posibilidades de transformar los procesos educativos, aunque su incorporación plantea interrogantes sobre la autonomía intelectual, la calidad de la información y la participación cognitiva del estudiante. La innovación tecnológica no debe confundirse con el progreso pedagógico. Su pertinencia depende de la capacidad para enriquecer las experiencias de aprendizaje sin sustituir los procesos de razonamiento, comprensión y construcción personal del conocimiento.

La consolidación de prácticas neuroeducativas requiere una relación permanente entre investigación científica, experiencia profesional y evaluación de resultados. Ninguna intervención puede considerarse eficaz únicamente por su fundamentación teórica o por incorporar conceptos relacionados con el cerebro. Su valor debe examinarse mediante evidencias que permitan comprender sus efectos sobre el aprendizaje y las condiciones necesarias para su implementación.

> "La neuroeducación transforma la enseñanza cuando integra ciencia, innovación y sensibilidad humana para construir experiencias de aprendizaje inclusivas, significativas y fundamentadas".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brault Foisy, L.-M., Matejko, A. A., Ansari, D., & Masson, S. (2020). Teachers as orchestrators of neuronal plasticity: Effects of teaching practices on the brain. *Mind, Brain, and Education, 14*(4), 415–428. https://doi.org/10.1111/mbe.12257

Brod, G. (2021). Toward an understanding of when prior knowledge helps or hinders learning. *npj Science of Learning, 6*, Article 24. https://doi.org/10.1038/s41539-021-00103-w

Brummer, L., de Boer, H., Mouw, J. M., & Strijbos, J.-W. (2024). A meta-analysis of the effects of context, content, and task factors of digitally delivered instructional feedback on learning performance. *Learning Environments Research, 27*, 453–476. https://doi.org/10.1007/s10984-024-09501-4

Brunmair, M., & Richter, T. (2019). Similarity matters: A meta-analysis of interleaved learning and its moderators. *Psychological Bulletin, 145*(11), 1029–1052. https://doi.org/10.1037/bul0000209

Carpenter, S. K., Pan, S. C., & Butler, A. C. (2022). The science of effective learning with spacing and retrieval practice. *Nature Reviews Psychology, 1*, 496–511. https://doi.org/10.1038/s44159-022-00089-1

CAST. (2024). *CAST Universal Design for Learning Guidelines, version 3.0*. https://udlguidelines.cast.org

Clinton-Lisell, V., & Litzinger, C. (2024). Is it really a neuromyth? A meta-analysis of the learning styles matching hypothesis. *Frontiers in Psychology, 15*, Article 1428732. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1428732

de la Fuente-González, S., Menéndez Álvarez-Hevia, D., & Rodríguez-Martín, A. (2025). Universal Design for Learning. A systematic

review of its role in teacher education. *Alteridad, 20*(1), 110–124. https://doi.org/10.17163/alt.v20n1.2025.09

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*, Article 105224. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105224

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

Fante, C., & Manganello, F. (2026). Neuroscience meets the classroom: A scoping review of translational research in educational neuroscience (2015–2025). *Frontiers in Psychology, 17*, Article 1853717. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1853717

Garay Alemany, V., Lagos San Martín, N. G., & Campos Ortuño, R. A. (2026). Neurociencia y formación docente: evidencias y aplicaciones pedagógicas desde una revisión sistemática. *Revista Complutense de Educación, 37*(3), 447–469. https://doi.org/10.5209/rced.103371

Gruber, M. J., & Ranganath, C. (2019). How curiosity enhances hippocampus-dependent memory: The prediction, appraisal, curiosity, and exploration (PACE) framework. *Trends in Cognitive Sciences, 23*(12), 1014–1025. https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.10.003

Guskjolen, A., & Cembrowski, M. S. (2023). Engram neurons: Encoding, consolidation, retrieval, and forgetting of memory. *Molecular Psychiatry, 28*, 3207–3219. https://doi.org/10.1038/s41380-023-02137-5

Howard, J. L., Bureau, J. S., Guay, F., Chong, J. X. Y., & Ryan, R. M. (2021). Student motivation and associated outcomes: A meta-analysis from self-determination theory. *Perspectives on Psychological Science, 16*(6), 1300–1323. https://doi.org/10.1177/1745691620966789

Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience, 15*(12), 817–824. https://doi.org/10.1038/nrn3817

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

Lövdén, M., Fratiglioni, L., Glymour, M. M., Lindenberger, U., & Tucker-Drob, E. M. (2020). Education and cognitive functioning across the life span. *Psychological Science in the Public Interest, 21*(1), 6–41. https://doi.org/10.1177/1529100620920576

Lutz, N. D., Harkotte, M., & Born, J. (2026). Sleep's contribution to memory formation. *Physiological Reviews, 106*(1), 363–483. https://doi.org/10.1152/physrev.00054.2024

Mayer, R. E. (2024). The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning. *Educational Psychology Review, 36*, Article 8. https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1

McDowall, A., & Kiseleva, M. (2024). A rapid review of supports for neurodivergent students in higher education. Implications for research and practice. *Neurodiversity, 2*, 1–16. https://doi.org/10.1177/27546330241291769

Meltzoff, A. N., Kuhl, P. K., Movellan, J., & Sejnowski, T. J. (2009). Foundations for a new science of learning. *Science, 325*(5938), 284–288. https://doi.org/10.1126/science.1175626

Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO.

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

Murphy, D. H. (2025). Responsible remembering: The role of metacognition, forgetting, attention, and retrieval in adaptive memory. *Psychonomic Bulletin & Review, 32*(1), 156–175. https://doi.org/10.3758/s13423-024-02554-9

Oberauer, K. (2019). Working memory and attention – A conceptual analysis and review. *Journal of Cognition, 2*(1), Article 36. https://doi.org/10.5334/joc.58

Pan, S. C., & Rickard, T. C. (2018). Transfer of test-enhanced learning: Meta-analytic review and synthesis. *Psychological Bulletin, 144*(7), 710–756. https://doi.org/10.1037/bul0000151

Pekrun, R. (2024). Control-value theory: From achievement emotion to a general theory of human emotions. *Educational Psychology Review, 36*, Article 83. https://doi.org/10.1007/s10648-024-09909-7

Perdue, M. V., Mahaffy, K., Vlahcevic, K., Wolfman, E., Erbeli, F., Richlan, F., & Landi, N. (2022). Reading intervention and neuroplasticity: A systematic review and meta-analysis of brain changes associated with reading intervention. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 132*, 465–494. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.11.011

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

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational*

Psychology, 61, Article 101860. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860

Ryan, T. J., & Frankland, P. W. (2022). Forgetting as a form of adaptive engram cell plasticity. *Nature Reviews Neuroscience, 23*, 173–186. https://doi.org/10.1038/s41583-021-00548-3

Shao, J., Chen, Y., Wei, X., Li, X., & Li, Y. (2023). Effects of regulated learning scaffolding on regulation strategies and academic performance: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 14*, Article 1110086. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1110086

Simonsmeier, B. A., Flaig, M., Deiglmayr, A., Schalk, L., & Schneider, M. (2022). Domain-specific prior knowledge and learning: A meta-analysis. *Educational Psychologist, 57*(1), 31–54. https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1939700

Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding cognitive load in digital and online learning: A new perspective on extraneous cognitive load. *Educational Psychology Review, 34*, 171–196. https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review, 31*(2), 261–292. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5

Thomas, M. S. C., Ansari, D., & Knowland, V. C. P. (2019). Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 60*(4), 477–492. https://doi.org/10.1111/jcpp.12973

Torrijos-Muelas, M., González-Víllora, S., & Bodoque-Osma, A. R. (2021). The persistence of neuromyths in the educational settings: A systematic review. *Frontiers in Psychology, 11*, Article 591923. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591923

UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education—A tool on whose terms?* https://doi.org/10.54676/UZQV8501

van Duijvenvoorde, A. C. K., Whitmore, L. B., Westhoff, B., & Mills, K. L. (2022). A methodological perspective on learning in the developing brain. *npj Science of Learning, 7*, Article 12. https://doi.org/10.1038/s41539-022-00127-w

van Nooijen, C. C. A., de Koning, B. B., Bramer, W. M., Isahakyan, A., Asoodar, M., Kok, E., van Merrienboer, 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

Vogel, S., & Schwabe, L. (2016). Learning and memory under stress: Implications for the classroom. *npj Science of Learning, 1*, Article 16011. https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.11

Weisberg, D. S., Keil, F. C., Goodstein, J., Rawson, E., & Gray, J. R. (2008). The seductive allure of neuroscience explanations. *Journal of Cognitive Neuroscience, 20*(3), 470–477. https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20040

Wilbrecht, L., & Davidow, J. Y. (2024). Goal-directed learning in adolescence: Neurocognitive development and contextual influences. *Nature Reviews Neuroscience, 25*, 176–194. https://doi.org/10.1038/s41583-023-00783-w

Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J. (2020). The power of feedback revisited: A meta-analysis of educational feedback research. *Frontiers in Psychology, 10*, Article 3087. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03087

Yang, C., Luo, L., Vadillo, M. A., Yu, R., & Shanks, D. R. (2021). Testing (quizzing) boosts classroom learning: A systematic and meta-

analytic review. *Psychological Bulletin, 147*(4), 399–435. https://doi.org/10.1037/bul0000309

Yao, Y., Amos, M., Snider, K., & Brown, T. (2024). The impact of formative assessment on K-12 learning: A meta-analysis. *Educational Research and Evaluation, 29*(7–8), 452–475. https://doi.org/10.1080/13803611.2024.2363831

Zatorre, R. J., Fields, R. D., & Johansen-Berg, H. (2012). Plasticity in gray and white: Neuroimaging changes in brain structure during learning. *Nature Neuroscience, 15*(4), 528–536. https://doi.org/10.1038/nn.3045

SEMBLANZA DE LOS AUTORES

Semblanza del autor

PhD. Leonel Abraham Ceballos Medina



Afiliación institucional

Instituto de Estudios Superiores de la Red Iberoamericana de Academias de Investigación, campus virtual Hidalgo

Correo electrónico

leonelabrahamceballosmedina@gmail.com

ORCID

https://orcid.org/0009-0009-5290-3627

Leonel Abraham Ceballos Medina es Doctor en Educación con mención de excelencia por la Universidad IEXPRO y cuenta con un posdoctorado en Psicopedagogía por el CENID. Su trayectoria profesional integra la gestión directiva en el sistema de educación básica de Yucatán, la docencia de posgrado y la investigación científica.

En el ámbito académico, sus líneas de investigación comprenden la neuroeducación, la aplicación pedagógica de la inteligencia artificial generativa, el síndrome de burnout y el desarrollo psicométrico avanzado. Entre sus aportaciones destaca la creación de escalas de regulación neuroeducativa. Es autor de artículos publicados en revistas indexadas y ha participado como ponente en foros internacionales. Asimismo, desarrolla actividades de asesoría en investigación y participa en redes científicas, orientando su labor hacia la innovación metodológica y el fortalecimiento de la calidad educativa en Iberoamérica.

Semblanza de la autora

Dra. Elizabeth Bricio Robles



Afiliación institucional
Universidad de Colima

Correo electrónico
ebricio@ucol.mx

ORCID
https://orcid.org/0009-0007-8465-4130

La Dra. Elizabeth Bricio Robles ha orientado su trayectoria científica al estudio de la memoria, la cognición y el aprendizaje, transitando desde la investigación biomédica experimental hasta el ámbito educativo. Es Química Farmacéutica Bióloga por la Universidad de Colima, donde analizó en el Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas los efectos del fenobarbital sobre la memoria de trabajo en ratas. Posteriormente, obtuvo la Maestría en Educación con especialidad en Ciencias Naturales por la Universidad de Baja California y el Doctorado en Investigación e Innovación Educativa por CEPC Universidad. Su investigación doctoral examinó el efecto de la enseñanza situada sobre las habilidades cognitivas en estudiantes de bachillerato urbano y rural. Actualmente desarrolla investigación posdoctoral en CEPC Universidad sobre las relaciones entre contexto territorial, mediación docente, aprendizaje situado y procesos cognitivos superiores. Su formación en neurociencia y neuroeducación, respaldada por diversos diplomados, se complementa con la impartición de cursos y talleres sobre neurodidáctica de las ciencias experimentales, neurotécnicas, aprendizaje situado y entrenamiento cognitivo.

Semblanza del autor

Dr. Gonzalo Amarante Sánchez Méndez



Afiliación institucional

ISSSTE Hospital General "Dr. Belisario Domínguez"

Correo electrónico

gonzalo.sanchez46@unach.mx
nurse.amaranty@gmail.com

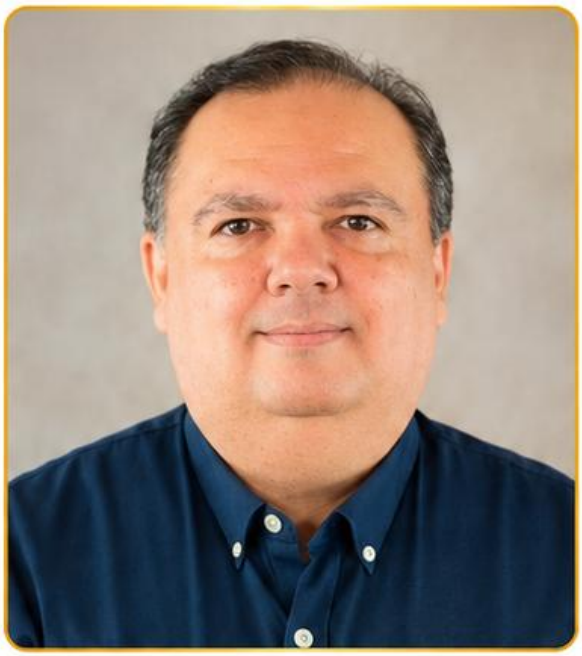
ORCID

https://orcid.org/0009-0009-3887-1550

El Dr. Gonzalo Amarante Sánchez Méndez es Coordinador de Enseñanza de Enfermería en el Hospital General "Dr. Belisario Domínguez" de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Es Licenciado en Enfermería y Licenciado en Psicología, con formación de posgrado en Enfermería Oncológica por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y especialización en sistemas de calidad. Actualmente cursa la Especialidad en Bioética en la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Se desempeña además como docente en instituciones de educación superior privadas, participando en la formación de profesionales de la salud. Su trayectoria integra la práctica clínica, la gestión educativa, la calidad en la atención sanitaria, la bioética y el desarrollo académico de la enfermería, contribuyendo al fortalecimiento de la enseñanza, la investigación y la mejora continua de los servicios de salud.

Semblanza del autor

Dr. Juan Carlos Arturo González Castro



Afiliación institucional

Universidad Autónoma de Nuevo León

Correo electrónico

juanc.gonzalezcst@uanl.edu.mx

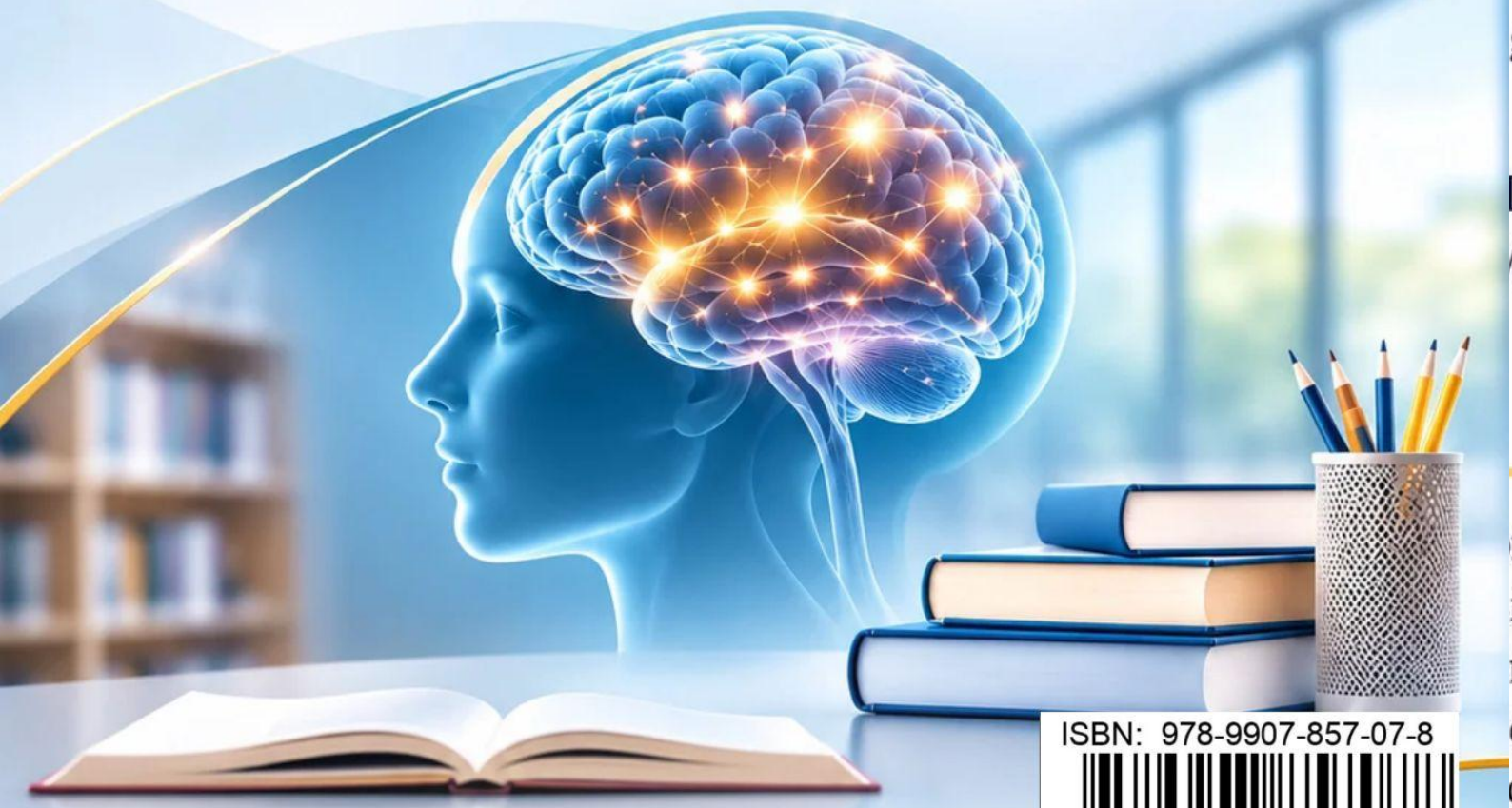
ORCID

https://orcid.org/0000-0001-8886-5129

El Dr. Juan Carlos Arturo González Castro es Doctor en Educación, Máster en Formación y Capacitación de Recursos Humanos y Licenciado en Ciencias de la Comunicación. Se ha desempeñado como ponente y tallerista en congresos nacionales e internacionales, así como coordinador logístico de coloquios, congresos y reuniones académicas. Cuenta con más de 32 años de experiencia en docencia presencial y 15 años de experiencia en educación en línea. Es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) y ha colaborado como asistente de coordinación de educación a distancia. Asimismo, ha ejercido funciones como Coordinador de Seguimiento de Egresados y Bolsa de Trabajo, y actualmente se desempeña como Coordinador de Acompañamiento Pedagógico al Docente, donde gestiona la capacitación del profesorado y coordina los programas analíticos de cada asignatura, participando recientemente en el rediseño de licenciaturas. Es autor y coautor de libros y artículos científicos sobre educación, publicados en revistas, capítulos de libro y cuadernillos de trabajo. También ha dirigido y coasesorado tesis de maestría y doctorado. Su mayor vocación es la docencia, labor que ha desarrollado en casi todos los niveles educativos; en la actualidad imparte clases en educación superior y posgrado, en modalidades presencial y a distancia.

Publicado por
ATHENA NOVA
EDITORIAL

Esta obra ofrece una mirada actualizada sobre los aportes de la neuroeducación al proceso de enseñanza y aprendizaje, vinculando el conocimiento del funcionamiento cerebral con estrategias pedagógicas aplicables en el aula. A partir de evidencias científicas, se analizan principios, factores y prácticas que favorecen la motivación, la atención, la memoria y la consolidación del aprendizaje, con el propósito de orientar una enseñanza más efectiva, inclusiva y acorde a los desafíos educativos contemporáneos.



ISBN: 978-9907-857-07-8

athenanovaeditorial@gmail.com
www.editorialathenanova.com