

CEREBROS QUE APRENDEN

Neurociencia, Aula y Transformación Educativa



AUTORES

Elian Jamil Hernández Cueva

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1007-9929>

Carlos Eduardo Rojas Pérez

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3452-1807>

Maria Angélica Idrobo Gutiérrez

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4127-9143>

Esmeralda Jara Saraguro

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6985-6875>

Sisa Pacari Minga Guamán

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4594-090X>

Alisson Mishelle Pardo Gualan

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6574-6551>

Anshely Mayte Romero Guevara

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8420-7075>

Susana Belén Muñoz Bravo

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4998-5773>

Diego Andrés Pardo Merino

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8879-4988>

Nayely Yimabel Carrión Celi

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0453-517X>

Willan Danilo Carrión Celi

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6542-6698>

María Bernarda Calva Jiménez

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6892-4594>








CEREBROS QUE APRENDEN

Neurociencia, Aula y Transformación Educativa

RESUMEN

¿Qué ocurre cuando los docentes dejan de enseñar por costumbre y comienzan a tomar decisiones pedagógicas fundamentadas en lo que la ciencia del cerebro ha descubierto sobre el aprendizaje humano? Esta obra responde a esa pregunta con datos verificables. A lo largo de siete capítulos, se documentan los fundamentos teóricos, el diseño metodológico y los hallazgos empíricos de una investigación cuasiexperimental realizada en la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa» de Loja, Ecuador, con 898 estudiantes y 56 docentes distribuidos en un grupo control y un grupo experimental. La intervención consistió en la implementación de NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic», una guía neurodidáctica de dieciséis bloques temáticos integrada en las planificaciones microcurriculares del grupo experimental. Se emplearon tres instrumentos con propiedades psicométricas verificadas: la batería NEPSY-II, la Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica, y un cuestionario docente validado por expertos. Los resultados revelaron mejoras estadísticamente significativas en las seis pruebas del grupo experimental, con tamaños del efecto intergrupo entre $d = 0,96$ y $d = 1,25$, y tamaños intragrupo entre $d = 0,98$ y $d = 1,53$, según la d de Cohen, mientras que el grupo control permaneció sin cambios relevantes. La ENEPID confirmó una transformación sustancial de la práctica docente en las once dimensiones evaluadas. Estos hallazgos confirman que la integración estructurada de principios neurocientíficos en la práctica de aula produce transformaciones cognitivas mensurables, y respaldan la neuroeducación como una necesidad verificable para la pedagogía contemporánea.

Palabras clave: neurociencia educativa, neurodidáctica, funciones ejecutivas, aprendizaje basado en el cerebro, NEPSY-II, NeuroLink, planificación microcurricular, neuroplasticidad.

	Elian Jamil Hernández Cueva Carlos Eduardo Rojas Pérez María Angélica Idrobo Gutiérrez Esmeralda Jara Saraguro Sisa Pacari Minga Guamán Alisson Mishelle Pardo Gualan Anshely Mayte Romero Guevara Susana Belén Muñoz Bravo Diego Andrés Pardo Merino Nayely Yimabel Carrión Celi Willan Danilo Carrión Celi María Bernarda Calva Jiménez
	Autor 1: https://orcid.org/0009-0000-1007-9929 Autor 2: https://orcid.org/0009-0007-3452-1807 Autor 3: https://orcid.org/0000-0003-4127-9143 Autor 4: https://orcid.org/0009-0005-0985-8876 Autor 5: https://orcid.org/0009-0000-4594-090X Autor 6: https://orcid.org/0009-0002-6574-6551 Autor 7: https://orcid.org/0009-0003-8420-7075 Autor 8: https://orcid.org/0009-0005-4998-5773 Autor 9: https://orcid.org/0009-0005-8879-4988 Autor 10: https://orcid.org/0009-0009-0453-517X Autor 11: https://orcid.org/0009-0009-6542-6698 Autor 12: https://orcid.org/0009-0001-6692-4594
	Autor 1: elian.hernandez@unl.edu.ec Autor 2: carloze.rojas@educacion.gob.ec Autor 3: maria.idrobo@unl.edu.ec Autor 4: esmeraldas.jara@educacion.gob.ec Autor 5: sisa.minga@unl.edu.ec Autor 6: alisson.pardo@unl.edu.ec Autor 7: anshely.romero@unl.edu.ec Autor 8: susana.munoz@unl.edu.ec Autor 9: diego.pardo@unl.edu.ec Autor 10: nayely.carrión@unl.edu.ec Autor 11: willan.carrión@educacion.gob.ec Autor 12: maria.b.calva@unl.edu.ec
	Universidad Nacional de Loja y Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Ecuador.
	Ecuador
	https://doi.org/10.66136/5xbjg113
	ISBN 978-9945-9581-0-2

Received: 02/03/2026
Accepted: 05/03/2026
Published: 31/03/2026

Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología
<https://www.riceso.org>

editor@riceso.org

© 2026. Este libro es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons. Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.**



BRAINS THAT LEARN

Neuroscience, Classroom, and Educational Transformation

ABSTRACT

What happens when teachers stop relying on pedagogical habit and begin grounding their instructional decisions in what brain science has revealed about human learning? This book addresses that question through verifiable evidence. Across seven chapters, the theoretical foundations, methodological design, and empirical findings of a quasi-experimental study conducted at the Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa» in Loja, Ecuador, are presented. The study involved 898 students and 56 teachers allocated into a control group and an experimental group. The intervention consisted of implementing NeuroLink — «Neuroscience at Your Fingertips», a neurodidactic guide comprising sixteen thematic blocks embedded within the experimental group's microcurricular lesson plans. Three psychometrically validated instruments were employed: the NEPSY-II neuropsychological battery, the Neuroeducational Scale for Didactic Planning and Intervention, and an expert-validated teacher questionnaire. Results revealed statistically significant improvements across all six assessed subtests in the experimental group, with between-group Cohen's d effect sizes ranging from 0.96 to 1.25 and within-group effect sizes from 0.98 to 1.53, whereas the control group exhibited no meaningful changes. The ENEPID confirmed a substantial transformation in teaching practices across all eleven evaluated dimensions. These findings confirm that structured integration of neuroscience principles into classroom practice yields substantial and measurable cognitive transformations.

Keywords: educational neuroscience, neurodidactics, executive functions, brain-based learning, NEPSY-II, NeuroLink, microcurricular planning, neuroplasticity

CEREBROS QUE APRENDEN

Neurociencia, Aula y Transformación Educativa

Autores de la obra

Elian Hernández
Carlos Rojas
María Idrobo
Esmeralda Jara
Sisa Minga
Alisson Pardo
Anshely Romero
Susana Muñoz
Diego Pardo
Nayely Carrión
Willan Carrión
María Calva

Volumen 1, Número 1

Primera edición, 2026

©Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología (RICESO) – Fundación Amigos de la Salud Mental (FUNDASAME).
Santo Domingo, República Dominicana

ISBN: 978-9945-9581-0-2

DOI: <https://doi.org/10.66136/5xbjg113>

Revisión editorial: Fundación Amigos de la Salud Mental (FUNDASAME).

Diseño y diagramación: Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología (RICESO)

Corrección de estilo: Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología (RICESO)



Esta obra está bajo una licencia **Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)**. Se permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre que se reconozca adecuadamente la autoría, se incluya referencia a la licencia y no se utilice con fines comerciales.

Cómo citar esta obra: Hernández, E., Rojas, C., Idrobo, M., Jara, E., Minga, S., Pardo, A., Romero, A., Muñoz, S., Pardo, D., Carrión, N., Carrión, W., & Calva, M. (2026). Cerebros que aprenden: Neurociencia, aula y transformación educativa. *Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología (RICESO)*, 1(1), 1-139. <https://doi.org/10.66136/5xbjg113>

AGRADECIMIENTO

Los autores que hemos dado forma a esta obra deseamos expresar nuestro reconocimiento profundo y sentido a quienes hicieron posible que una idea nacida en la convergencia entre la neurociencia y la pedagogía se convirtiera en un estudio verificable con resultados que, esperamos, contribuyan a transformar la práctica educativa en nuestro contexto. En primer lugar, extendemos nuestra gratitud a la Universidad Nacional de Loja y, de manera particular, al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MINEDEC), cuyo respaldo institucional y académico proporcionó el andamiaje formativo sobre el cual se construyeron los cimientos de esta investigación. Del mismo modo, agradecemos a la Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología (RICESO), por haber creído en el potencial de este proyecto, por haber asumido el compromiso editorial de llevarlo a las manos de estudiantes, docentes e investigadores que buscan una educación fundamentada en la evidencia.

Nuestro agradecimiento se dirige también, con especial afecto y admiración, a la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa» de la ciudad de Loja: a su rectora, la Mgtr. Mercy Margot Mora Merino, cuya apertura y visión institucional permitieron que las puertas de la escuela se abrieran de par en par a una propuesta que implicaba modificar la forma habitual de planificar y enseñar; a los cincuenta y seis docentes de las jornadas matutina y vespertina que participaron en el estudio con una generosidad y un compromiso que excedieron con creces lo que la investigación les exigía — en particular, a los veintiséis docentes del grupo experimental que incorporaron NeuroLink en sus planificaciones microcurriculares, en sus planes de clase y en su práctica cotidiana, demostrando que la neurociencia no se queda en los libros cuando existe voluntad pedagógica para llevarla al aula; y a los representantes legales de los ochocientos noventa y ocho estudiantes que confiaron en este proceso y autorizaron la participación de sus hijos e hijas en un proyecto cuya envergadura no tenía precedentes en la institución.

Por último, cada uno de los autores de esta obra desea reconocer a quienes, desde espacios menos visibles pero igualmente imprescindibles, sostuvieron el trabajo diario: a nuestras familias, que comprendieron las ausencias y las jornadas extendidas que una investigación de esta magnitud demanda; a los colegas que revisaron borradores, discutieron hallazgos y cuestionaron interpretaciones con el rigor que solo la verdadera colegialidad académica puede ofrecer; y a los estudiantes de Educación Inicial y Educación General Básica de «Héroes del Cenepa», protagonistas silenciosos de cada dato, de cada puntuación y de cada tamaño del efecto que estas páginas reportan.

Con afecto, los autores

DEDICATORIAS

Toda la gloria sea a DIOS, al Universo, a mis ancestros, astros, ángeles y guías espirituales por acompañarme en este camino. Todo lo que soy y lo que construyo lleva su luz.

-Elian Hernández

A mi querida hermana Mónica, gracias por tu amor incondicional y por todo lo que aprendí de ti. Aunque ya no estés, tu esencia vive en mí. Siempre serás mi guía y mi luz.

-Carlos Rojas

Agradezco profundamente a Dios, mi guía espiritual, quien me brinda calma y paz en los momentos difíciles. Por eso nunca digo "lo logré", sino "lo logramos", porque todo ha sido posible gracias a sus bendiciones y a su presencia constante en mi camino para cumplir mis sueños. A mi familia, por creer siempre en mí y por su apoyo incondicional. Y a Elian, por su generosidad, por ser la luz de mi vida, quien me impulsa a hacer realidad mis sueños. Ha sido mi inspiración y un verdadero ángel de luz en este camino.

-María Idrobo

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible la realización de este libro. A Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la inspiración necesarias para culminar este proyecto. A mi familia, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante en cada etapa de este camino. Su confianza en mí ha sido una motivación permanente para seguir adelante. A mis amigos, maestros y colegas, quienes con sus consejos, conocimientos y palabras de ánimo contribuyeron significativamente a la construcción de esta obra. Finalmente, agradezco a todas las personas que creyeron en este proyecto y me brindaron su apoyo para hacerlo realidad. Este libro es también el resultado del esfuerzo, la confianza y el acompañamiento de cada uno de ustedes. Con profunda gratitud.

-Esmeralda Jara

Agradezco a Dios y a la vida por permitirme vivir este proceso de aprendizaje y crecimiento. A mi familia y seres queridos por su apoyo, paciencia y confianza en los momentos difíciles. Cada experiencia y enseñanza recibida ha fortalecido mi vocación y me ha ayudado a seguir construyendo mi camino con gratitud.

-Sisa Minga

Agradezco a quienes se sintieron insuficientes ante el sistema educativo, este trabajo es pensado en ustedes. A Dios por guiar mis pasos. A mi abuelita, mi padres y hermanos que siempre son mi refugio y fuerza. A mí misma por nunca rendirme y a quienes siempre creen en mí. Soy el reflejo de su amor-

-Alisson Pardo

Para aquellos niños que nos impulsan a crear y soñar. A Dios, a mis padres, a mis hermanos, y a quienes han estado a mi lado, siendo mi fuente de fuerza y motivación.

¡Gracias por creer en mí!

-Anshely Romero

Agradezco a Dios, mis padres, hermanos, hija y esposo por apoyarme en cada instancia y decisión de mi vida, son quienes me han dado la fuerza y voluntad para superar cada obstáculo y alcanzar mis metas.

-Susana Muñoz

Agradezco primero a Dios y a la Virgencita del Cisne por guiar mis pasos y darme las fuerzas para seguir adelante por el camino del bien. A mis padres por su dedicación y esfuerzo constante para orientarme en el camino de la vida ya que este logro es fruto de sus enseñanzas, apoyo y ejemplo.

-Diego Pardo

Doy gracias a Dios por sus bendiciones; a mis amados padres por su apoyo incondicional y por enseñarme con su ejemplo que la resiliencia siempre crea oportunidades y a mis ángeles en el cielo que continúan iluminando cada paso de mi vida.

-Nayely Carrión

Agradezco a Dios por las bendiciones recibidas durante toda mi vida, a mis queridos padres por ser mi fortaleza y apoyo constante, por enseñarme a nunca rendirme y a seguir adelante a pesar de las dificultades, a mis hermanos y finalmente a mis abuelitos hoy ángeles en el cielo por cuidarme y guiar siempre mi camino.

-Willan Carrión

Eternamente agradecida con Dios, mi familia y amigos, así como con todas las personas que, de una u otra forma, enriquecen mi vida. Cada palabra que escribo es un homenaje a aquellos que me inspiran y me acompañan en este viaje.

-Bernarda Calva

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
AGRADECIMIENTO.....	5
DEDICATORIAS.....	6
TABLA DE CONTENIDO.....	7
Índice de Tablas	11
Índice de Figuras.....	12
Índice de Anexos	13
1. CAPÍTULO 1.....	15
1.1. Introducción general a la obra.....	15
1.1.1. <i>Objetivo general</i>	16
1.1.2. <i>Objetivos específicos</i>	16
1.2. Estructura de la obra y articulación entre capítulos	17
1.3. El diálogo entre neurociencia y educación: una convergencia necesaria.....	19
1.4. Fundamentos neurobiológicos del aprendizaje	20
1.4.1. <i>La neurona y la sinapsis como unidades del aprendizaje</i>	20
1.4.2. <i>Neuroplasticidad: el fundamento biológico del cambio educativo</i>	20
1.4.3. <i>Arquitectura cerebral: hemisferios, lóbulos y sistema límbico</i>	21
1.4.4. <i>Neurotransmisores y el circuito de recompensas</i>	21
1.5. Neuroeducación: del laboratorio al aula.....	21
1.6. NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic»: génesis y estructura.....	22
1.7. Contexto institucional del estudio	22
1.8. Síntesis reflexiva del capítulo.....	23
2. CAPÍTULO 2.....	25
2.1. Introducción al capítulo	25
2.2. Procesos cognitivos fundamentales para el aprendizaje	26
2.2.1. <i>La percepción como puerta de entrada al aprendizaje</i>	26
2.2.2. <i>La atención: mecanismo rector de los procesos cognitivos</i>	27
2.2.3. <i>La memoria: codificación, almacenamiento y recuperación del conocimiento</i>	27
2.2.4. <i>Las emociones como moduladoras del aprendizaje</i>	29
2.2.5. <i>La curiosidad como catalizador del aprendizaje</i>	30
2.2.6. <i>El movimiento, el juego y el arte como dimensiones corporales del aprendizaje</i>	30
2.3. La neurodidáctica como disciplina aplicada	31

2.3.1. Principios de la neurodidáctica.....	32
2.3.2. Tipología de las estrategias neurodidácticas	32
2.4. El proceso de aprendizaje: naturaleza, etapas y factores condicionantes	33
2.4.1. ¿Qué es aprender? Una perspectiva integradora	33
2.4.2. Etapas del proceso de aprendizaje.....	34
2.4.3. Factores que influyen en el proceso de aprendizaje.....	35
2.5. Los roles del docente y del estudiante desde la neurociencia.....	36
2.6. Habilidades cognitivas y competencias emocionales	36
2.7. Síntesis reflexiva del capítulo	37
3. CAPÍTULO 3.....	40
3.1. Introducción al capítulo	40
3.2. Las funciones ejecutivas: arquitectura cognitiva del aprendizaje autorregulado	40
3.2.1. Estrategias para potenciar las funciones ejecutivas en el aula	42
3.2.2. El control inhibitorio como piedra angular de la autorregulación	42
3.3. Etapas del desarrollo cognitivo según Jean Piaget y su reinterpretación neuroeducativa.....	43
3.4. Dimensiones neuroeducativas para la planificación e intervención didáctica	44
3.5. Metacognición y aprendizaje: la conciencia sobre el propio proceso de conocer	45
3.6. La evaluación neuroeducativa para el aprendizaje: la batería NEPSY-II.....	46
3.6.1. Dominios y pruebas seleccionadas para el estudio	47
3.7. El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) como marco de inclusión neuroeducativa.....	48
3.8. Taxonomías del aprendizaje y su articulación con la intervención neuroeducativa.....	48
3.9. Síntesis reflexiva del capítulo	49
4. CAPÍTULO 4.....	52
4.1. Introducción al capítulo	52
4.2. Enfoque de la investigación	53
4.3. Tipo de estudio	54
4.4. Diseño de la investigación.....	55
4.5. Contexto institucional del estudio	56
4.6. Población, distribución y caracterización sociodemográfica	57
4.6.1. Distribución de estudiantes por nivel educativo y grado.....	57
4.6.2. Distribución de estudiantes según sexo	58
4.6.3. Distribución de estudiantes según rango de edad y nivel educativo	59
4.6.4. Caracterización sociodemográfica del cuerpo docente.....	59
4.7. Hipótesis de investigación.....	62
4.8. Operacionalización de las variables.....	62

4.9. Instrumentos de recolección de datos.....	63
4.9.1. Batería neuroeducativa NEPSY-II.....	63
4.9.2. Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica (ENEPID).....	64
4.9.3. Cuestionario estandarizado sobre conocimiento y aplicación de neurociencia en la práctica docente	65
4.10. Descripción de la intervención: implementación de NeuroLink	66
4.11. Plan de análisis estadístico.....	67
4.12. Fases procedimentales de la investigación	68
4.12.1. Fase 1 — Diagnóstico (pretest)	68
4.12.2. Fase 2 — Intervención.....	68
4.12.3. Fase 3 — Evaluación (postest).....	68
4.13. Consideraciones éticas.....	68
4.14. Síntesis reflexiva del capítulo	69
5. CAPÍTULO 5.....	71
5.1. Introducción al capítulo	71
5.2. Verificación de la equivalencia inicial entre grupos (pretest)	71
5.3. Resultados del dominio de Atención y Funciones Ejecutivas.....	72
5.3.1. Atención auditiva y flexibilidad cognitiva (AA/FC)	72
5.3.2. Inhibición (IN).....	74
5.3.3. Relojes (R)	75
5.4. Resultados del dominio de Memoria y Aprendizaje	76
5.4.1. Memoria de nombres (MDN)	76
5.4.2. Memoria narrativa (MN).....	78
5.4.3. Memoria de listas (ML)	79
5.5. Síntesis comparativa de los resultados de la NEPSY-II.....	80
5.6. Resultados de la Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica (ENEPID)	82
5.7. Resultados del cuestionario sobre conocimiento y aplicación de principios neurocientíficos	83
5.8. Síntesis del capítulo	84
6. CAPÍTULO 6.....	87
6.1. Introducción al capítulo	87
6.2. El fortalecimiento de la atención y las funciones ejecutivas: de la zona límite al nivel esperado	87
6.3. La consolidación de la memoria y el aprendizaje: del almacenamiento frágil a la retención significativa	89
6.4. Mecanismos neurobiológicos que explican la eficacia de NeuroLink	90
6.4.1. La activación del circuito de recompensas y el papel de la dopamina	90

6.4.2. La regulación emocional como prerrequisito del procesamiento cognitivo.....	90
6.4.3. La neuroplasticidad como fundamento del cambio cognitivo.....	91
6.5. Comparación con investigaciones previas.....	91
6.6. La transformación de la práctica docente como mediador del efecto de NeuroLink	92
6.7. Limitaciones del estudio y proyecciones para investigaciones futuras.....	93
6.8. Implicaciones pedagógicas para la transformación educativa.....	94
6.9. Síntesis reflexiva del capítulo	95
7. CAPÍTULO 7.....	98
7.1. Consideraciones preliminares.....	98
7.2. Conclusiones generales del estudio	98
7.2.1. Conclusión respecto a la hipótesis general	98
7.2.2. Conclusión respecto al dominio de Atención y Funciones Ejecutivas.....	99
7.2.3. Conclusión respecto al dominio de Memoria y Aprendizaje.....	99
7.2.4. Conclusión respecto a la equivalencia inicial y la validez del diseño	100
7.2.5. Conclusión respecto al grupo control	100
7.2.6. Conclusión respecto a la cadena causal NeuroLink → práctica docente → aprendizaje del estudiante.....	100
7.3. Conclusiones específicas.....	101
7.4. Recomendaciones.....	102
7.4.1. Recomendaciones para las instituciones educativas	102
7.4.2. Recomendaciones para los docentes.....	103
7.4.3. Recomendaciones para las autoridades educativas y los responsables de políticas públicas	103
7.4.4. Recomendaciones para la comunidad investigadora.....	103
7.5. Reflexión final	104
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
9. GLOSARIO DE TÉRMINOS NEUROEDUCATIVOS.....	117
10. ANEXOS.....	120
11. SEMBLANZAS BIOGRÁFICAS DE LOS AUTORES	138

Índice de Tablas

Tabla 1. Sistemas de memoria y su relevancia educativa	28
Tabla 2. Tipología de las estrategias neurodidácticas.....	33
Tabla 3. Etapas del proceso de aprendizaje	34
Tabla 4. Funciones ejecutivas y su definición operacional	41
Tabla 5. Etapas del desarrollo cognitivo según Piaget y sus implicaciones neuroeducativas	43
Tabla 6. Puntuaciones escalares de la NEPSY-II y su clasificación cualitativa	46
Tabla 7. Dominios y pruebas de la NEPSY-II seleccionadas para el estudio	47
Tabla 8. Esquema del diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente	56
Tabla 9. Distribución general de la población según grupo de investigación.....	57
Tabla 10. Distribución de estudiantes por nivel educativo, grado y grupo de investigación.....	58
Tabla 11. Distribución de estudiantes según sexo y grupo de investigación	59
Tabla 12. Distribución de estudiantes según rango de edad y grupo de investigación	59
Tabla 13. Distribución de docentes según sexo y grupo de investigación	60
Tabla 14. Distribución de docentes según rango de edad.....	60
Tabla 15. Distribución de docentes según nivel de formación académica	60
Tabla 16. Distribución de docentes según tipo de contrato	61
Tabla 17. Distribución de docentes según nivel educativo y función	61
Tabla 18. Operacionalización de las variables del estudio.....	62
Tabla 19. Síntesis de instrumentos, propiedades psicométricas y tipo de dato	66
Tabla 20. Verificación de equivalencia inicial: comparación de puntuaciones pretest entre GC y GE (prueba t para muestras independientes)	72
Tabla 21. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba AA/FC por grupo de investigación	72
Tabla 22. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba de Inhibición por grupo	74
Tabla 23. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba de Relojes por grupo	75
Tabla 24. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba Memoria de nombres por grupo	76
Tabla 25. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba Memoria narrativa por grupo	78
Tabla 26. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba Memoria de listas por grupo	79
Tabla 27. Resumen de comparaciones intragrupo e intergrupo para las seis pruebas de la NEPSY-II ...	80
Tabla 28. Comparación de puntuaciones medias de la ENEPID por dimensión y grupo de investigación (postest)	82
Tabla 29. Resultados del cuestionario docente por dimensión y grupo de investigación (postest)	83

Índice de Figuras

Figura 1. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en la prueba AA/FC por grupo de investigación	73
Figura 2. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en la prueba de Inhibición por grupo	74
Figura 3. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en la prueba de Relojes por grupo ..	76
Figura 4. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en Memoria de nombres por grupo	77
Figura 5. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en Memoria narrativa por grupo	78
Figura 6. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en Memoria de listas por grupo	79
Figura 7. Comparación global de las ganancias pretest-postest (Δ) del GC y del GE en las seis pruebas de la NEPSY-II	80
Figura 8. Tamaños del efecto (d de Cohen) por prueba NEPSY-II Comparaciones intergrupo e intragrupo	81

Índice de Anexos

Anexo 1. Guía neurodidáctica “NeuroLink: La neurociencia al alcance de un clic”	120
Anexo 2. Distribución de puntuaciones del grupo experimental (pretest vs. posttest) mediante diagramas de violín NEPSY-II	121
Anexo 3. Cuestionario sobre conocimiento y aplicación de principios neurocientíficos en la práctica docente	122
Anexo 4. Barras de error: ± 1 error estándar	127
Anexo 5. Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica (ENEPID) Adaptada de Díaz (2023)	128

CAPÍTULO 1

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: CONVERGENCIAS EPISTEMOLÓGICAS PARA UNA NUEVA PEDAGOGÍA



NEUROCIENCIA

EDUCACIÓN

CONVERGENCIAS
EPISTEMOLÓGICAS

NUEVA PEDAGOGÍA

1. CAPÍTULO 1

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: CONVERGENCIAS EPISTEMOLÓGICAS PARA UNA NUEVA PEDAGOGÍA

Si no despierta interés, no existe. Así de selectivo es el cerebro.

-Elian Hernández

1.1. Introducción general a la obra

La educación se encuentra en un punto de inflexión. Mientras la neurociencia ha avanzado de manera extraordinaria en la comprensión de los mecanismos que sustentan el aprendizaje humano, la práctica pedagógica en las aulas de América Latina sigue operando, en buena medida, al margen de esos descubrimientos. La brecha entre lo que se sabe sobre el cerebro y lo que se hace en la escuela no obedece a falta de evidencia científica, sino a la ausencia de herramientas que traduzcan esa evidencia en acciones pedagógicas concretas, implementables y evaluables.

El lector tiene entre sus manos una obra que aspira a demostrar, con evidencia empírica verificable, que la educación puede ser transformada cuando los principios de la neurociencia dejan de ser patrimonio exclusivo de los laboratorios y se instalan en la práctica cotidiana del aula. No se trata de una promesa retórica ni de un ejercicio especulativo: los siete capítulos que componen este libro documentan el proceso completo de una investigación cuasiexperimental que involucró a 898 estudiantes y 56 docentes de los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica de la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa» de la ciudad de Loja, Ecuador, y cuyos resultados estadísticos — con tamaños del efecto que oscilaron entre d intragrupo = 0,98–1,53; d intergrupo = 0,96–1,25 en las seis pruebas de la batería NEPSY-II aplicadas— constituyen una contribución significativa al cuerpo de evidencia que respalda la integración de la neurociencia en la práctica educativa latinoamericana.

La pregunta que originó esta obra fue tan sencilla como desafiante: ¿qué sucede con los procesos cognitivos de los estudiantes cuando sus docentes dejan de enseñar basándose exclusivamente en la intuición pedagógica y comienzan a fundamentar sus decisiones didácticas en los principios que la ciencia del cerebro ha establecido sobre cómo aprende el ser humano? Para responderla, los autores diseñaron, implementaron y evaluaron la guía NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic», un instrumento neurodidáctico de dieciséis bloques temáticos que los 26 docentes del grupo experimental integraron en sus planes de clase y planificaciones microcurriculares de las áreas básicas — Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales— y en los ejes de desarrollo y

aprendizaje de Educación Inicial. La respuesta que obtuvieron fue inequívoca: los estudiantes cuyos docentes implementaron NeuroLink mejoraron significativamente en los dominios de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje, mientras que los del grupo control, sometidos a la práctica pedagógica habitual, permanecieron prácticamente estables.

Esta obra no nació en el vacío. Fue concebida como una extensión natural de un Trabajo de Integración Curricular desarrollado en la Universidad Nacional de Loja, y se inscribe en una tradición investigativa que reconoce en el diálogo entre neurociencia y pedagogía uno de los campos más fértiles para la innovación educativa del siglo XXI. Autores como Mora (2013), Sousa (2014), Jolles y Jolles (2021) y Díaz (2023) han señalado la necesidad urgente de que los hallazgos de la neurociencia cognitiva trasciendan los muros de los laboratorios y se conviertan en herramientas accesibles para los docentes que, cada día, enfrentan el desafío de estimular el desarrollo cognitivo, emocional y social de sus estudiantes. La presente obra aspira a ser, precisamente, un puente entre esos dos mundos.

1.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la implementación de la guía neurodidáctica NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic» sobre los dominios cognitivos de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje de los estudiantes, y sobre el nivel neuroeducativo de la práctica docente, en los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica de la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa» de la ciudad de Loja, Ecuador.

1.1.2. Objetivos específicos

1. Fundamentar teóricamente las bases neurobiológicas, neuroeducativas y neurodidácticas que sustentan la relación entre la neurociencia y el proceso de aprendizaje en los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica.
2. Diagnosticar, mediante la batería NEPSY-II y la escala ENEPID, el estado inicial de los dominios cognitivos de los estudiantes y del nivel neuroeducativo de la práctica docente en ambos grupos de investigación.
3. Diseñar e implementar la guía neurodidáctica NeuroLink como herramienta de intervención integrada en los planes de clase, las planificaciones microcurriculares de las áreas básicas y complementarias de EGB, y los ejes de desarrollo y aprendizaje de Educación Inicial.

4. Evaluar el efecto de NeuroLink mediante la comparación de las puntuaciones pretest y posttest en los dominios de atención y funciones ejecutivas (pruebas AA/FC, IN y R) y de memoria y aprendizaje (pruebas MDN, MN y ML) de la NEPSY-II, tanto intragrupo como intergrupo.

5. Analizar el efecto de la intervención sobre el nivel neuroeducativo de la práctica docente medido por la ENEPID en sus once dimensiones, y sobre el conocimiento y la aplicación de principios neurocientíficos evaluados mediante el cuestionario docente.

6. Formular conclusiones y recomendaciones fundamentadas en la evidencia empírica, dirigidas a las instituciones educativas, los docentes, las autoridades responsables de políticas públicas y la comunidad investigadora.

1.2. Estructura de la obra y articulación entre capítulos

La obra se organiza en siete capítulos que avanzan progresivamente desde la fundamentación teórica hasta la evidencia empírica, la discusión interpretativa y las conclusiones. El diseño de esta estructura no fue arbitrario, sino que responde a la lógica del método científico: cada capítulo se construye sobre los anteriores y prepara el terreno para los siguientes, de modo que la lectura secuencial permite al lector comprender no solo los hallazgos, sino las razones que los hicieron posibles.

El Capítulo 1, que el lector tiene ante sus ojos, establece las convergencias epistemológicas entre la neurociencia y la educación, proporcionando los fundamentos neurobiológicos —organización neuronal, sinapsis, plasticidad cerebral, hemisferios y lóbulos cerebrales, sistema límbico, neurotransmisores— que sustentan la posibilidad misma de una educación basada en el cerebro. Asimismo, delimita el campo de la neuroeducación, sus principios y sus desafíos, y sitúa la investigación en el contexto institucional donde fue realizada.

El Capítulo 2 profundiza en los procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje —percepción, atención, memoria, emociones, curiosidad, movimiento, juego y arte—, desarrolla los fundamentos de la neurodidáctica como disciplina que traduce los principios neurocientíficos en estrategias de enseñanza, y analiza la naturaleza del aprendizaje desde la perspectiva del cerebro. Los dieciséis bloques de NeuroLink se articulan orgánicamente con cada uno de estos procesos.

El Capítulo 3 aborda las funciones ejecutivas —las once funciones fundamentales que permiten al estudiante planificar, organizar, inhibir impulsos, mantener información activa y autorregular su conducta—, las etapas del desarrollo cognitivo de Piaget con sus implicaciones neuroeducativas, las once dimensiones del nivel neuroeducativo propuestas por Díaz (2023), la metacognición, el Diseño

Universal para el Aprendizaje (DUA), las taxonomías del aprendizaje y los instrumentos de evaluación neuroeducativa —la batería NEPSY-II y la escala ENEPID— que fueron empleados en el estudio empírico.

El Capítulo 4 describe con exhaustividad el diseño metodológico: un enfoque cuantitativo sin ambigüedades, un diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente y mediciones pretest-postest, una población de 898 estudiantes (450 en el grupo control, jornada matutina; 448 en el grupo experimental, jornada vespertina) y 56 docentes (30 en el GC, 26 en el GE), tres instrumentos con propiedades psicométricas verificadas —NEPSY-II ($\alpha = 0,71-0,91$), ENEPID ($\alpha = 0,93$) y un cuestionario docente Likert validado por cinco expertos (V de Aiken = 0,89; $\alpha = 0,87$)—, la operacionalización de las variables, las hipótesis formuladas, la descripción detallada de la intervención con NeuroLink y el plan de análisis estadístico a tres niveles.

El Capítulo 5 presenta los resultados organizados en tres niveles de análisis: la verificación de equivalencia inicial (las seis pruebas con $p > 0,05$), los estadísticos descriptivos e inferenciales para cada prueba de la NEPSY-II (con tablas, figuras estadísticas profesionales —box plots, diagramas de violín, gráficos de líneas con error estándar y forest plots de tamaños del efecto— y el archivo Excel editable con la base de datos completa), y la síntesis comparativa que integra los hallazgos de las seis pruebas. Los resultados confirman mejoras altamente significativas ($p < 0,001$) en las seis pruebas del grupo experimental, con tamaños del efecto grandes ($d = 0,96$ a $1,53$), mientras que el grupo control no registró cambios significativos en cinco de las seis pruebas.

El Capítulo 6 discute los resultados a la luz del marco teórico desarrollado en los tres primeros capítulos, analiza los mecanismos neurobiológicos que podrían explicar la eficacia de NeuroLink —la activación del circuito dopaminérgico de recompensas, la regulación emocional mediada por la reducción de cortisol, la neuroplasticidad dependiente de la experiencia y la metacognición—, compara los hallazgos con la literatura internacional y latinoamericana, examina el papel de la mediación docente como variable determinante, y reconoce con transparencia las cinco limitaciones del estudio.

El Capítulo 7, finalmente, formula las conclusiones —incluyendo el rechazo de la hipótesis nula, siete conclusiones específicas derivadas de la evidencia y cuatro grupos de recomendaciones dirigidas a las instituciones educativas, los docentes, las autoridades responsables de políticas públicas y la comunidad investigadora— y cierra con una reflexión sobre el papel de la neurociencia en la construcción de una educación más humana, inclusiva y efectiva.

1.3. El diálogo entre neurociencia y educación: una convergencia necesaria

La neurociencia, concebida como el estudio científico del sistema nervioso y, particularmente, del cerebro, ha experimentado en las últimas tres décadas una transformación que la ha convertido en uno de los campos de investigación con mayor impacto sobre la comprensión del comportamiento humano. El punto de inflexión puede situarse en la denominada «Década del Cerebro» (1990-2000), declarada por el Congreso de los Estados Unidos bajo la presidencia de George H. W. Bush, período durante el cual los avances en técnicas de neuroimagen —la resonancia magnética funcional, la tomografía por emisión de positrones, la electroencefalografía cuantitativa— permitieron por primera vez observar el cerebro en actividad mientras realiza tareas cognitivas (Kandel, 2021). Desde entonces, la acumulación de evidencia sobre los mecanismos neurobiológicos del aprendizaje ha sido tan prolífica que resulta imposible para cualquier profesional de la educación ignorarla sin incurrir en una omisión científicamente injustificable.

Campos (2014) ha identificado cuatro ramas de las neurociencias con vinculación directa al campo educativo: la neurociencia cognitiva, que estudia los mecanismos cerebrales subyacentes a los procesos de pensamiento, lenguaje, memoria y atención; la neurociencia afectiva o emocional, que examina cómo las emociones modulan la actividad cerebral y, consecuentemente, el aprendizaje; la neurociencia social, que investiga los correlatos neurales de la interacción entre individuos y su relevancia para el aprendizaje cooperativo; y la neurociencia educacional propiamente dicha, que busca traducir los hallazgos de las tres anteriores en principios aplicables a la práctica pedagógica. La presente obra se inscribe predominantemente en esta última rama, aunque recurre de manera transversal a las tres primeras para fundamentar sus argumentos.

La relación entre neurociencia y educación no ha estado exenta de tensiones. Como han señalado Knox (2016) y Pherez et al. (2018), la formación inicial del profesorado rara vez incluye contenidos de neurociencia, lo que genera una brecha entre el conocimiento disponible y su aplicación en el aula. Esta brecha se ve agravada por la proliferación de los denominados «neuromitos» —creencias erróneas sobre el funcionamiento cerebral que, pese a carecer de respaldo científico, gozan de amplia aceptación entre los docentes—, como la supuesta existencia de estilos de aprendizaje definidos por la dominancia hemisférica o la falsa idea de que solo utilizamos el diez por ciento de nuestro cerebro. Distinguir la neurociencia rigurosa de los neuromitos constituye, por tanto, una responsabilidad ineludible para cualquier obra que pretenda contribuir a la integración genuina de ambas disciplinas.

1.4. Fundamentos neurobiológicos del aprendizaje

El cerebro humano, con sus aproximadamente ochenta y seis mil millones de neuronas y su capacidad para establecer billones de conexiones sinápticas, constituye el órgano que hace posible el aprendizaje (Schunk, 2012). Comprender su organización y funcionamiento resulta imprescindible para fundamentar cualquier intervención educativa que aspire a optimizar los procesos cognitivos de los estudiantes. Sin pretender agotar un campo de conocimiento que abarca miles de publicaciones especializadas, esta sección ofrece una visión panorámica de los fundamentos neurobiológicos que sustentan los principios de la guía NeuroLink.

1.4.1. *La neurona y la sinapsis como unidades del aprendizaje*

La neurona, célula especializada en la transmisión de señales eléctricas y químicas, constituye la unidad funcional del sistema nervioso (Valerio et al., 2016). Su estructura —compuesta por un cuerpo celular, múltiples dendritas receptoras y un axón transmisor recubierto por la vaina de mielina— está diseñada para recibir, procesar y transmitir información a velocidades extraordinarias. La comunicación entre neuronas se produce en la sinapsis, una estructura funcional donde el axón de una neurona libera neurotransmisores que activan o inhiben la dendrita de la neurona receptora (Jensen, 2005). Cada experiencia de aprendizaje modifica la eficiencia de estas conexiones sinápticas, fortaleciendo las que se utilizan con frecuencia y debilitando las que caen en desuso, en un proceso que la neurociencia denomina potenciación a largo plazo.

1.4.2. *Neuroplasticidad: el fundamento biológico del cambio educativo*

La plasticidad cerebral —la capacidad del sistema nervioso para modificar su estructura y su funcionamiento en respuesta a la experiencia— constituye quizá el principio neurobiológico con mayores implicaciones para la educación (Sierra y León, 2019; Souza et al., 2019). Si el cerebro fuese una estructura rígida e inmutable, la educación carecería de sentido biológico. Es precisamente porque el cerebro cambia con cada experiencia significativa que la enseñanza puede producir efectos duraderos sobre el desarrollo cognitivo de los estudiantes. Alcover y Rodríguez (2012) han documentado que este fenómeno se manifiesta tanto a nivel estructural —creación de nuevas sinapsis, modificación de las existentes— como a nivel funcional —reorganización de los patrones de activación cortical—. Sibaja et al. (2016) han aportado evidencia de que la práctica de nuevas habilidades bajo condiciones adecuadas puede alterar miles de millones de conexiones sinápticas, lo que subraya la responsabilidad que recae sobre los educadores a la hora de diseñar experiencias que aprovechen al máximo este potencial neuroplástico.

1.4.3. Arquitectura cerebral: hemisferios, lóbulos y sistema límbico

El cerebro se organiza en dos hemisferios —izquierdo y derecho— interconectados por el cuerpo caloso, cada uno con especializaciones funcionales diferenciadas pero complementarias (Arauco et al., 2023). Los seis lóbulos cerebrales —frontal, parietal, temporal, occipital, insular y límbico— desempeñan funciones específicas que son directamente relevantes para el aprendizaje (Mora, 2022). El lóbulo frontal, sede de las funciones ejecutivas —planificación, toma de decisiones, control inhibitorio—, reviste particular importancia para esta obra, dado que las funciones ejecutivas constituyeron una de las variables dependientes del estudio y fueron evaluadas mediante la NEPSY-II. El sistema límbico, compuesto por el hipocampo —implicado en la consolidación de la memoria—, la amígdala —responsable del procesamiento emocional— y otras estructuras subcorticales, media la relación entre las emociones y el aprendizaje que fue abordada por los bloques de emociones y mindfulness de NeuroLink (Waipan y Carminati, 2012).

1.4.4. Neurotransmisores y el circuito de recompensas

Los neurotransmisores que participan en el proceso de aprendizaje —dopamina, serotonina, acetilcolina y noradrenalina— conforman lo que las neurociencias denominan el circuito de recompensas (Rotger, 2017; Ortiz, 2018). La dopamina intensifica la concentración y fortalece la consolidación de información en la memoria a largo plazo; la serotonina regula las actividades perceptivas y cognitivas y modula el estado de ánimo; la acetilcolina optimiza la retención en la memoria de trabajo; y la noradrenalina facilita el estado de vigilia y la discriminación entre información relevante e irrelevante. El bloque de motivación de NeuroLink fue diseñado específicamente para activar este circuito de recompensas mediante experiencias de logro graduado que producen satisfacción, liberan dopamina y consolidan el aprendizaje.

1.5. Neuroeducación: del laboratorio al aula

La neuroeducación ha sido definida como la disciplina que integra los conocimientos de la neurociencia, la psicología y la pedagogía con el propósito de fundamentar científicamente las decisiones que los educadores toman cada día en el aula (Mora, 2013; Sousa, 2014). No se trata de convertir a los docentes en neurocientíficos, sino de proporcionarles un marco conceptual que les permita comprender por qué determinadas estrategias pedagógicas funcionan mejor que otras y, sobre la base de esa comprensión, diseñar experiencias de aprendizaje que respeten y aprovechen la forma en que el cerebro procesa, almacena y evoca la información.

Rodríguez (2016) ha sintetizado los principios neuroeducativos fundamentales en cuatro proposiciones: la educación debe abordar todas las dimensiones del ser humano de manera integral; el conocimiento progresa a medida que se establecen conexiones entre lo que ya se sabe y lo nuevo; el docente actúa como facilitador del aprendizaje, no como transmisor de información; y el aprendizaje se desarrolla de manera gradual, adaptada a la edad y los intereses de los estudiantes. Estos cuatro principios constituyeron la columna vertebral del diseño de NeuroLink y se reflejan en la estructura de sus dieciséis bloques temáticos.

1.6. NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic»: génesis y estructura

NeuroLink nació como una propuesta alternativa para fortalecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa», en respuesta a un diagnóstico que reveló niveles preocupantemente bajos en las dimensiones de atención, emociones, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje evaluadas mediante la ENEPID en las cuatro áreas básicas del currículo. La guía se estructura en dieciséis bloques temáticos que abarcan: emociones, motivación, atención y funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje, estrategias neurodidácticas, estrategias basadas en neuroeducación, neuroplasticidad, aprendizaje sensorial, habilidades cognitivas, metacognición, mindfulness y yoga, valores, neurotransmisores, actividades para las áreas básicas de Educación General Básica, actividades complementarias y una página web de apoyo.

La implementación de NeuroLink no se concibió como un programa paralelo al currículo oficial, sino como una reformulación de la práctica pedagógica habitual desde la perspectiva neurodidáctica. En el nivel de Educación General Básica, las actividades se integraron en los planes de clase y las planificaciones microcurriculares de las áreas básicas —Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales— y de las áreas complementarias —Inglés, Música, Educación Física y Computación—. En el nivel de Educación Inicial, las actividades se articularon con los ejes de desarrollo y aprendizaje y sus respectivos ámbitos —desarrollo personal y social, descubrimiento del medio natural y cultural, y expresión y comunicación—. Esta diferenciación aseguró la pertinencia y la coherencia de la intervención con los marcos curriculares vigentes en el Ecuador.

1.7. Contexto institucional del estudio

La investigación se realizó en la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa», institución perteneciente a la zona 7 del régimen escolar Sierra, distrito educativo 11D01, con código AMIE 11H00104, ubicada en la provincia de Loja, cantón Loja, parroquia San Sebastián. El plantel opera en dos jornadas —matutina y vespertina— bajo la modalidad presencial, con sostenimiento municipal, y su oferta educativa abarca tres niveles de Educación Inicial —Inicial 1, Inicial 2 y Preparatoria— y siete

grados de Educación General Básica, desde primero hasta séptimo. Cada grado se organiza en tres paralelos (A, B y C) por jornada, lo que totaliza sesenta aulas.

La población del estudio estuvo conformada por 898 estudiantes y 56 docentes distribuidos en dos grupos: el grupo control (jornada matutina: 450 estudiantes y 30 docentes) y el grupo experimental (jornada vespertina: 448 estudiantes y 26 docentes). La totalidad del cuerpo docente posee formación de cuarto nivel: el 85,7 % ostenta título de Magíster y el 14,3 % posee grado de Doctor o PhD. La distribución equilibrada de las características sociodemográficas entre ambos grupos —verificada estadísticamente— constituyó una condición favorable para la validez interna del diseño cuasiexperimental.

1.8. Síntesis reflexiva del capítulo

Este capítulo inaugural ha cumplido una triple función: establecer los fundamentos neurobiológicos y epistemológicos que sustentan la posibilidad de una educación basada en el cerebro, presentar la guía NeuroLink como la materialización concreta de esos principios en una herramienta pedagógica implementable, y anticipar al lector la estructura y el contenido de los seis capítulos restantes. El andamiaje teórico aquí construido —neuroplasticidad, organización neuronal, sistema límbico, circuito de recompensas, principios neuroeducativos— será retomado y profundizado en los Capítulos 2 y 3, operacionalizado metodológicamente en el Capítulo 4, sometido a verificación empírica en el Capítulo 5, interpretado a la luz de la evidencia en el Capítulo 6, y condensado en conclusiones y recomendaciones en el Capítulo 7.

Los autores de esta obra invitan al lector —sea estudiante, docente, investigador, directivo o responsable de políticas educativas— a recorrer este itinerario con la disposición de quien se acerca a un conocimiento que tiene el potencial de transformar su forma de entender y de ejercer la educación. Porque, como ha escrito Francisco Mora (2013), la neuroeducación no es una moda pedagógica pasajera: es el reconocimiento tardío pero impostergable de que todo lo que hacemos como educadores tiene una consecuencia verificable en el órgano que hace posible el aprendizaje. Y ese reconocimiento, cuando se traduce en herramientas concretas como NeuroLink y se somete a la prueba de la evidencia empírica, puede marcar la diferencia entre una educación que desaprovecha el potencial del cerebro y una educación que lo cultiva, lo fortalece y lo transforma.

El estudio nos da herramientas para enfrentar mejor las situaciones complejas.

-Carlos Rojas

CAPÍTULO 2

PROCESOS COGNITIVOS, NEURODIDÁCTICA Y APRENDIZAJE: FUNDAMENTOS PARA UNA PRÁCTICA PEDAGÓGICA BASADA EN EL CEREBRO



SÍNTESIS EPISTEMOLÓGICA

PROCESOS COGNITIVOS Y BASE NEURAL

ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS Y TECNOLOGÍA

CULTIVANDO CONOCIMIENTO

ENTORNOS DE APRENDIZAJE Y PRÁCTICA

FUNDAMENTOS DEL APRENDIZAJE Y RESULTADOS

EL APRENDIZAJE CONSTRUYE LA NEUROCIENCIA NOS GUÍA. EL CONOCIMIENTO ES SÓLIDO Y PERDURABLE.

RITMOS CIRCADIANOS

NUTRICIÓN CEREBRAL
ACTIVIDAD FÍSICA

2. CAPÍTULO 2

PROCESOS COGNITIVOS, NEURODIDÁCTICA Y APRENDIZAJE: FUNDAMENTOS PARA UNA PRÁCTICA PEDAGÓGICA BASADA EN EL CEREBRO

El aprendizaje no transforma la vida hasta que se convierte en práctica que ayuda a la humanidad.

-María Idrobo

2.1. Introducción al capítulo

Una vez establecidos los fundamentos neurobiológicos y epistemológicos en el capítulo precedente, la presente sección se adentra en el territorio donde la neurociencia encuentra su expresión más directa en el ámbito educativo: los procesos cognitivos que sustentan el aprendizaje, las propuestas de la neurodidáctica como disciplina aplicada y la naturaleza misma del acto de aprender desde una perspectiva integrada. El propósito de este capítulo es ofrecer al lector un recorrido riguroso por las estructuras conceptuales que vinculan el funcionamiento cerebral con la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes en el contexto escolar.

La investigación contemporánea ha demostrado que el aprendizaje no puede concebirse como una operación unitaria, sino como el resultado de múltiples procesos cognitivos que operan de manera coordinada: la percepción selecciona y organiza los estímulos del entorno; la atención los filtra y prioriza; la memoria los codifica, almacena y recupera; las emociones los modulan y les confieren significatividad; y las funciones ejecutivas los planifican, regulan y evalúan (Fuenmayor y Villasmil, 2008; Carrillo y Zambrano, 2021; Bran et al., 2025). Comprender esta orquestación resulta indispensable para cualquier profesional de la educación que aspire a diseñar experiencias de aprendizaje verdaderamente efectivas.

Asimismo, este capítulo examina los aportes de la neurodidáctica, una disciplina que emergió a finales del siglo XX como puente entre la neurología y los procesos de enseñanza-aprendizaje, y que propone estrategias concretas para optimizar la práctica pedagógica a partir del conocimiento del funcionamiento cerebral (Lalangui, 2023). La guía NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic», cuyas bases teóricas se describieron en el capítulo anterior, materializa estos principios neurodidácticos en actividades organizadas en dieciséis bloques temáticos que abordan cada uno de los procesos cognitivos y emocionales aquí analizados, constituyendo el instrumento de intervención aplicado al grupo experimental de 448 estudiantes de la jornada vespertina.

2.2. Procesos cognitivos fundamentales para el aprendizaje

Los procesos cognitivos constituyen los mecanismos mentales mediante los cuales el ser humano observa, interpreta, almacena y utiliza la información procedente del entorno. Según Fuenmayor y Villasmil (2008), estos procesos incluyen la percepción, la atención, la memoria, las emociones, la curiosidad, el movimiento y ejercicio físico, el juego y el arte. Lejos de operar de forma aislada, estos mecanismos configuran un sistema integrado que se activa de manera simultánea durante cualquier situación de aprendizaje, desde la lectura de un texto hasta la resolución de un problema matemático.

Es inherente al ser humano buscar significado, coherencia y explicación en todo lo que experimenta, fundamentándose en sus conocimientos previos. Solo cuando logra una cierta concordancia entre lo percibido y lo que ya sabe, la información adquiere significado para él. En ausencia de conocimientos que permitan interpretar de manera satisfactoria lo observado, el individuo recurre por analogía a situaciones familiares y deduce la información faltante (Carrillo y Zambrano, 2021). Esta dinámica tiene consecuencias directas para la enseñanza: las actividades que conectan los nuevos contenidos con las experiencias previas de los estudiantes tienen mayor probabilidad de ser procesadas de manera profunda y retenidas a largo plazo.

2.2.1. La percepción como puerta de entrada al aprendizaje

La percepción puede definirse como el proceso mediante el cual el individuo asigna significado a los estímulos ambientales captados por los sentidos. Schunk (2012) ha precisado que, para que un estímulo sea efectivamente percibido, debe permanecer en uno o más registros sensoriales y ser comparado con la información previamente almacenada en la memoria a largo plazo. Un concepto estrechamente ligado a la percepción es la sensación: aunque desde el punto de vista fisiológico pueden separarse, la sensación se refiere a la captación de impresiones del entorno, mientras que la percepción implica la interpretación de dichas impresiones.

Ortiz (2015) ha añadido una dimensión crucial al señalar que la percepción es un fenómeno intrínsecamente subjetivo y parcial. Lo que un individuo percibe no es una réplica objetiva de la realidad, sino una construcción mediada por sus conocimientos previos, sus necesidades, intereses y motivaciones. Gkintoni et al. (2023) han concluido que existe una interpenetración y relación recíproca entre percepción, conocimiento y acción, lo que subraya la importancia de cultivar en el ámbito escolar actividades que estimulen el desarrollo senso-perceptivo.

Meza (2020) ha propuesto estrategias específicas para este fin, tales como ejercicios de figura-fondo, contemplación de obras artísticas, discriminación de objetos similares e identificación de relaciones

entre figuras. López et al. (2018) complementan esta perspectiva al argumentar que las imágenes, sonidos, sensaciones somáticas, olores y sabores contribuyen al desarrollo de las formas cognitivas superiores. En la guía NeuroLink, el bloque dedicado al aprendizaje sensorial integra estas recomendaciones mediante actividades que estimulan los cinco sentidos como vía de acceso al procesamiento cortical, reconociendo que la riqueza de la experiencia perceptiva determina la calidad del material cognitivo disponible para el aprendizaje.

2.2.2. La atención: mecanismo rector de los procesos cognitivos

La atención constituye, según Ocampo (2020), el proceso encargado de establecer prioridades y secuenciar temporalmente las respuestas más apropiadas para cada situación. Se trata de una propiedad del sistema nervioso que permite filtrar selectivamente lo relevante y descartar los estímulos que no contribuyen al logro de la tarea en curso. Este esfuerzo neurocognitivo precede tanto a la percepción como a la intención y la acción, configurándose como el primer eslabón de la cadena del procesamiento cognitivo.

La atención comprende tres aspectos fundamentales —activación, selección y control—, cada uno asociado con el funcionamiento de regiones cerebrales específicas y neurotransmisores distintos. Echavarría (2013) ha descrito cuatro componentes neuroanatómicos del proceso atencional: el sistema reticular, responsable del estado de alerta y vigilancia; el sistema límbico, vinculado al aspecto motivacional; el sistema frontal, que coordina la dimensión motora; y el sistema parietal, encargado de la representación sensorial interna. Esta arquitectura multi-componente explica por qué la atención puede manifestarse de formas diversas: focalizada, sostenida, selectiva, alternante o dividida.

Un aspecto particularmente relevante para la práctica educativa es la consideración de los períodos atencionales en función de la edad. Diversos investigadores han sugerido que el tiempo de atención sostenida de un niño puede estimarse sumando dos minutos a su edad cronológica. NeuroLink incorpora este principio en su bloque de atención y funciones ejecutivas, donde las actividades están diseñadas para no exceder los períodos atencionales esperados según la edad de los estudiantes de Educación General Básica, alternando tareas de alta demanda cognitiva con pausas activas que permiten la recuperación atencional y la reactivación del sistema de alerta.

2.2.3. La memoria: codificación, almacenamiento y recuperación del conocimiento

La memoria puede definirse como la capacidad para registrar, conservar y evocar vivencias pasadas, y su relación con el aprendizaje es tan estrecha que, en términos neurocientíficos, ambos procesos resultan prácticamente inseparables. Pérez y Alba (2014) han descrito tres fases fundamentales: la

codificación, que implica el registro de información para su uso futuro; el almacenamiento, que consiste en su conservación a lo largo del tiempo; y la recuperación, que permite localizar y utilizar la información previamente procesada.

Morgado (2005) ha diferenciado entre la memoria a corto plazo, que almacena información durante un período breve y es particularmente susceptible a interferencias, y la memoria a largo plazo, que retiene información de manera más estable y duradera. El proceso gradual de transferencia entre ambas se denomina consolidación de la memoria y constituye el mecanismo central mediante el cual el aprendizaje se convierte en conocimiento perdurable. Quintero y Domínguez (2025) han precisado que el aprendizaje induce cambios duraderos en el sistema nervioso, y Cañal de León (2014) ha subrayado que aprender y memorizar implican establecer conexiones específicas entre neuronas y patrones neuronales que representan la realidad.

Especial mención merece la memoria de trabajo, cuya función principal consiste en retener información recientemente adquirida para utilizarla en el razonamiento, la resolución de problemas y la toma de decisiones. Cando (2025) y Alsina y Sáiz (2004) han propuesto ejercicios específicos para mejorarla, como recordar series de dígitos, listas de palabras, pruebas de matrices de cuadrados y ejercicios de ampliación de la escucha. En consonancia con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, se postula que el aprendizaje será más efectivo cuando la enseñanza fomente que cada estudiante relacione de manera sistemática los nuevos contenidos con sus conocimientos previos.

Tabla 1. *Sistemas de memoria y su relevancia educativa*

Sistema	Características	Implicación educativa
Memoria sensorial	Retención ultrabreve de estímulos sensoriales. Capacidad amplia pero fugaz.	La presentación multisensorial de contenidos aumenta la probabilidad de que la información supere este primer filtro.
Memoria a corto plazo	Almacenamiento temporal (segundos a minutos). Capacidad limitada a 7 ± 2 elementos.	La segmentación de contenidos y el uso de agrupamientos facilitan el procesamiento dentro de sus límites.
Memoria de trabajo	Retiene y manipula información activamente durante tareas cognitivas complejas.	Las actividades de resolución de problemas, razonamiento y planificación exigen y entrenan este sistema.

Sistema	Características	Implicación educativa
Memoria a largo plazo	Almacenamiento duradero y estable. Incluye memoria explícita e implícita.	La repetición espaciada, la asociación emocional y la conexión con conocimientos previos favorecen la consolidación.

Nota. Elaborado por los autores a partir de Morgado (2005), Pérez y Alba (2014) y Quintero y Domínguez (2025).

El bloque de memoria y aprendizaje de NeuroLink operacionaliza estos principios mediante actividades que activan de manera diferenciada los distintos sistemas de memoria: ejercicios de estimulación multisensorial para la memoria sensorial, técnicas de agrupamiento y repetición activa para la memoria a corto plazo, tareas de razonamiento y resolución de problemas para la memoria de trabajo, y estrategias de asociación emocional y práctica distribuida para la consolidación en la memoria a largo plazo.

2.2.4. Las emociones como moduladoras del aprendizaje

Las emociones desempeñan un papel determinante en el proceso educativo, ya que impactan directamente en el estado de ánimo, la motivación, la disposición para aprender y la capacidad de consolidar recuerdos en la memoria a largo plazo. Guerrero (2015) ha documentado que las personas que emplean estrategias cognitivas para regular sus emociones muestran una mayor actividad en la corteza prefrontal, región clave para las funciones ejecutivas y la autorregulación del comportamiento.

Se ha comprobado que los aprendizajes asociados a experiencias emocionales, sean positivas o negativas, son los que perduran a lo largo del tiempo. Los hallazgos más destacados en este campo indican que entornos educativos estresantes u hostiles afectan negativamente la atención y obstaculizan la retención de información, ya que el estrés impacta la comunicación interneuronal dificultando tanto la consolidación como la evocación de la información. Martínez y Salva (2021) han propuesto recomendaciones para cultivar emociones positivas en el aula: crear ambientes de aprendizaje colaborativos y emocionalmente seguros, involucrar a los estudiantes como participantes activos, motivar a través de investigaciones que despierten interés y curiosidad, premiar tanto las buenas respuestas como las buenas preguntas, y asociar la educación con el bienestar.

Lalangui (2023) ha precisado que las emociones actúan como mecanismos que permiten al cerebro analizar y comprender su entorno, facilitando la adaptación a situaciones complejas. Espinoza et al. (2024) complementan esta visión al señalar que los estudiantes tienden a recordar mejor lo que consideran relevante para su vida y tienden a olvidar lo que no les resulta significativo. Los bloques de

emociones y motivación de NeuroLink fueron diseñados precisamente para crear estas condiciones emocionales óptimas como requisito previo para el procesamiento cognitivo profundo, reconociendo que la dimensión afectiva no es un complemento del aprendizaje, sino su condición de posibilidad.

2.2.5. La curiosidad como catalizador del aprendizaje

Jolles y Jolles (2021) ha afirmado que el cerebro humano tiene una predisposición natural a buscar y detectar la novedad, lo que implica que, de manera innata, el sistema nervioso se siente atraído por lo diferente, lo inesperado y lo que se aparta de lo habitual. Esta disposición neurobiológica convierte a la curiosidad en uno de los aliados más poderosos del proceso educativo, siempre que los docentes dispongan de estrategias adecuadas para estimularla.

Zambrana (2020) ha sugerido iniciar las clases con elementos provocadores —frases intrigantes, dibujos sugerentes, pensamientos profundos o rompecabezas sin resolver— que capten la atención de los estudiantes y generen interés desde el principio. Asimismo, propone presentar problemas cotidianos que inciten a los estudiantes a imaginar, crear escenarios, buscar respuestas y reflexionar. Castillo (2020) y Castillo y Álvarez (2021) han complementado estas recomendaciones con prácticas como fomentar la creatividad, enseñar a generar y probar hipótesis, utilizar el método socrático, incorporar el aprendizaje cooperativo, diseñar aulas participativas e incluir enigmas o misterios como detonadores cognitivos.

Las actividades de NeuroLink incorporan sistemáticamente estos principios. Cada bloque temático inicia con una actividad de activación que busca generar un grado manejable de incertidumbre y conflicto cognitivo, estimulando la búsqueda activa de información por parte de los estudiantes. Esta estrategia se fundamenta en lo que Muchiut et al. (2022) han descrito como el proceso mediante el cual el cerebro, ante la falta de información, activa mecanismos de búsqueda que reducen la disonancia cognitiva al llenar los vacíos de conocimiento, construyendo así estructuras cognitivas más completas y significativas.

2.2.6. El movimiento, el juego y el arte como dimensiones corporales del aprendizaje

Pineda et al. (2025) ha señalado que el ejercicio físico y la actividad motora sitúan al cerebro del estudiante en una posición óptima para el aprendizaje. Los movimientos corporales son percibidos por las dendritas de las neuronas, que transmiten señales indicando al cerebro que está preparado para aprender de manera integral con todos los sentidos. Ortiz (2015) ha añadido que la actividad motora desempeña un papel implícito en la adquisición de todo tipo de conocimiento, y que las diferentes habilidades motoras están involucradas en procesos tan fundamentales como la lectura y la escritura.

Por su parte, Melo y Hernández (2014) han subrayado que los seres humanos poseen una inclinación innata hacia el juego, lo que sugiere que el aprendizaje se facilita cuando la actividad resulta placentera. Ballesta et al. (2024) y Barrera et al. (2014) destacan que las experiencias novedosas estimulan la activación neuronal, que los desafíos mantienen la atención y que la retroalimentación positiva activa el circuito de recompensas, todos ellos elementos característicos de los juegos. En cuanto al arte, Salazar (2022) ha documentado que las actividades artísticas, desde los primeros años de vida, promueven el progreso sensorial, motor, cognitivo y emocional, siendo esenciales para el desarrollo de la percepción, la motricidad y la interacción social.

NeuroLink integra estas tres dimensiones corporales del aprendizaje en bloques específicos — mindfulness y yoga, actividades complementarias y habilidades cognitivas— que incorporan movimiento físico, juego estructurado y expresión artística como componentes regulares del proceso de enseñanza, no como actividades recreativas marginales, sino como estrategias neurodidácticas con fundamentación empírica en la neurociencia del aprendizaje.

2.3. La neurodidáctica como disciplina aplicada

El concepto de neurodidáctica surgió por primera vez en 1988 gracias a Gerhard Friedrich y Gerhard Preiss, como resultado de investigaciones educativas que exploraban la interrelación entre la neurología y el proceso de aprendizaje (Lalangui, 2023). Esta disciplina, derivada de la neurociencia, se dedica a mejorar el proceso de enseñanza mediante el estudio del desarrollo cerebral. Según Guirado (2017) y Hernández (2025), cada forma de aprendizaje se origina y desarrolla gracias a la interconexión de las neuronas, ofreciendo la posibilidad de realizar ajustes mediante la plasticidad cerebral para facilitar la comprensión de conceptos.

De acuerdo con Paniagua (2013), el propósito central de la neurodidáctica es proporcionar soluciones a la diversidad de los estudiantes mediante un enfoque inclusivo que fomente la creación de conexiones neuronales, enriqueciendo así la red de interacciones cerebrales. Esto implica un cambio significativo en todas las áreas de la enseñanza: las artes, el bilingüismo, las tecnologías, los procesos de formación docente, el diseño curricular e incluso la organización de las clases. Mendoza et al. (2020) han ampliado esta perspectiva al señalar que la actividad cerebral no solo está influenciada por las prácticas educativas, sino también por factores como la alimentación, la etapa de desarrollo y las relaciones sociales del estudiante.

2.3.1. Principios de la neurodidáctica

Guillén (2012) ha sistematizado ocho estrategias clave que la neurodidáctica propone para mejorar la enseñanza: reconocer la plasticidad cerebral, valorar la importancia de las emociones en el aprendizaje, estimular la curiosidad, fomentar el ejercicio físico, promover la práctica continua, utilizar el juego como herramienta educativa, aprovechar el arte para activar procesos cognitivos y socioemocionales, y reconocer la importancia de la interacción social para el desarrollo cerebral (Hernández et al., 2026).

Molina et al. (2017) y Mendel y Camacho (2019), han complementado estas estrategias con doce principios que incluyen la modificación física del cerebro durante el aprendizaje, la naturaleza social del cerebro, la búsqueda innata de significado, la organización mental de la información significativa, la importancia de las emociones, la plasticidad cerebral y neurogénesis, la influencia de la atención y percepción periférica, la interacción de procesos conscientes e inconscientes, la relación entre memoria asociativa y memoria espacial, el aprendizaje como proceso progresivo, el impacto positivo de los retos y negativo de los entornos amenazantes, y la singularidad de cada cerebro.

Rodríguez (2023) ha sintetizado estos aportes en tres principios rectores de la neurodidáctica: integración, equilibrio y enfoque holístico. La guía NeuroLink fue diseñada atendiendo a estos tres principios: la integración se manifiesta en la articulación de los dieciséis bloques temáticos como un sistema coherente; el equilibrio se refleja en la distribución equitativa entre actividades cognitivas, emocionales, corporales y sociales; y el enfoque holístico se concreta en la consideración del estudiante como una unidad indivisible de cuerpo, cerebro, mente y entorno (Hernández e Idrobo, 2025).

2.3.2. Tipología de las estrategias neurodidácticas

Las estrategias neurodidácticas se definen como un conjunto de técnicas fundamentadas en el funcionamiento del cerebro con el propósito de mejorar las capacidades cognitivas, emocionales e interactivas del estudiante. Según Palma (2017), estas estrategias alientan el proceso de enseñanza y aprendizaje al facilitar la participación activa del alumno y fomentar la creación de entornos educativos dinámicos que estimulan el interés por aprender. Rodríguez et al. (2023) han subrayado que la neurodidáctica reconoce la influencia significativa de los procesos biológicos, químicos y eléctricos que tienen lugar en el cerebro durante el acto de aprender.

Machicado (2015) ha propuesto una clasificación tripartita de las estrategias neurodidácticas que resulta particularmente útil para organizar la intervención pedagógica: las estrategias operativas, que comprenden estilos creativos de enseñanza como la mayéutica, la dialéctica, la mnemotécnica, la analogía y la metáfora; las estrategias metodológicas, que ofrecen procedimientos racionales para la

construcción del saber mediante herramientas como mapas conceptuales, esquemas sinópticos y organizadores gráficos; y las estrategias socioemocionales, que establecen conexiones entre los elementos fisiológicos, psicológicos y conductuales de la experiencia educativa mediante técnicas como el descanso programado, la retroalimentación constructiva y la percepción empática.

Tabla 2. Tipología de las estrategias neurodidácticas

Categoría	Descripción	Ejemplos de aplicación
Operativas	Estilos creativos de enseñanza desarrollados en función del interés del estudiante y el contexto educativo.	Mayéutica, dialéctica, mnemotécnica, analogías, metáforas.
Metodológicas	Procedimientos racionales para la exploración y construcción del conocimiento, fundamentados en tácticas funcionales.	Mapas conceptuales, mapas cognitivos, esquemas sinópticos, tablas comparativas, diagramas, neurógrafos.
Socioemocionales	Conexión entre los elementos fisiológicos, psicológicos y conductuales de la experiencia educativa del estudiante.	Descanso programado, retroalimentación constructiva, percepción empática, mindfulness.

Nota. Elaborado por los autores a partir de Machicado (2015).

La estructura de NeuroLink integra las tres categorías de forma transversal. Las estrategias operativas se materializan en los bloques de habilidades cognitivas y metacognición; las metodológicas se despliegan en los bloques de estrategias neurodidácticas y estrategias basadas en neuroeducación; y las socioemocionales vertebran los bloques de emociones, motivación, mindfulness y yoga, y valores. Esta articulación tripartita asegura que la intervención pedagógica no se limite a la dimensión cognitiva del aprendizaje, sino que aborde de manera integrada las necesidades emocionales, sociales y corporales de los estudiantes del grupo experimental.

2.4. El proceso de aprendizaje: naturaleza, etapas y factores condicionantes

2.4.1. ¿Qué es aprender? Una perspectiva integradora

Aprender es un proceso complejo y dinámico mediante el cual los individuos adquieren, asimilan y modifican conocimientos, habilidades, actitudes o valores a partir de la experiencia, la interacción con el entorno y la reflexión. El proceso de aprendizaje no solo se percibe como una secuencia de etapas, sino también como un resultado que surge de la interacción entre diversos elementos educativos. De acuerdo con Díaz y Hernández (2010) y Colín (2025), el aprendizaje se desarrolla dentro de la persona

como un proceso de construcción dinámica, una vivencia individual y única que requiere que el facilitador proporcione las herramientas y cree las condiciones adecuadas para que se produzca.

Andrade et al. (2015) han conceptualizado el proceso de aprendizaje como una actividad activa y sistémica en la que participan significativamente los contextos externos y las estrategias mediadoras, incluyendo el uso de herramientas tecnológicas. Riaño et al. (2017) coinciden en describirlo como una actividad de construcción activa y de reestructuración de los conocimientos ya existentes. Delors (1996) ha propuesto que la educación debería basarse en cuatro pilares fundamentales: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser, pilares que están profundamente interconectados y que NeuroLink aborda mediante sus dieciséis bloques temáticos, cada uno orientado a fortalecer una o más de estas dimensiones del aprendizaje integral.

2.4.2. Etapas del proceso de aprendizaje

De acuerdo con Yáñez (2016), las principales etapas del proceso de aprendizaje ocurren de manera gradual e interconectada: motivación, interés, atención, adquisición, comprensión, asimilación, aplicación, transferencia y evaluación. Cada una de estas etapas cumple una función específica que contribuye a la construcción del conocimiento significativo.

Tabla 3. Etapas del proceso de aprendizaje

Etapa	Descripción funcional
Motivación	Impulsa al individuo a aprender de manera efectiva, siendo influenciada por factores internos (interés personal) y externos (reconocimiento, recompensas).
Interés	Fomenta la consecución de la meta previamente fijada y el enfoque sostenido de los estudiantes en la tarea.
Atención	Esencial para la percepción y el pensamiento; se relaciona estrechamente con la concentración y la selección de estímulos relevantes.
Adquisición	Implica el contacto inicial con los contenidos, donde la retención se ve favorecida por la relevancia y utilidad de la información.
Comprensión	Ligada al pensamiento crítico y la capacidad de abstracción, permite juzgar, relacionar y conceptualizar nuevos conocimientos.
Asimilación	Consiste en conservar, organizar y adaptar la nueva información de acuerdo con las necesidades e intereses del aprendiz.

Etapa	Descripción funcional
Aplicación	La utilización del conocimiento en situaciones reales y la transferencia a contextos diferentes como indicadores de un aprendizaje efectivo.
Evaluación	Permite reorientar, modificar o mantener el proceso de aprendizaje en un ritmo adecuado mediante retroalimentación continua.

Nota. Elaborado por los autores a partir de Yáñez (2016).

La secuencia de las actividades de NeuroLink fue diseñada respetando esta progresión natural: los bloques iniciales de emociones y motivación abordan las condiciones afectivas previas al aprendizaje; los bloques de atención, funciones ejecutivas y memoria trabajan los procesos de adquisición y comprensión; los bloques de estrategias neurodidácticas, habilidades cognitivas y metacognición favorecen la asimilación y aplicación; y las actividades evaluativas integradas en cada bloque permiten la retroalimentación continua del proceso.

2.4.3. Factores que influyen en el proceso de aprendizaje

Bustamante y Cabrera (2022) han identificado cuatro categorías de factores que pueden facilitar o impedir el aprendizaje: factores fisiológicos, que incluyen la edad, la salud, el estado del sistema nervioso, el nivel de ansiedad y los ritmos biológicos; factores socioafectivos, que engloban las emociones, los sentimientos y las relaciones interpersonales; factores ambientales o contextuales, referidos al entorno físico y social del aprendizaje; y factores cognitivos, vinculados con los procesos mentales y la actividad de los hemisferios cerebrales.

La interacción entre estos cuatro tipos de factores configura el ecosistema donde el aprendizaje tiene lugar, y su consideración resulta indispensable para el diseño de intervenciones pedagógicas eficaces. Escobar et al. (2019) han advertido que los hábitos de estudio deficientes representan un desafío que no se limita a la educación básica, sino que afecta transversalmente a todos los niveles educativos. La dificultad para alcanzar la participación activa de los estudiantes en el estudio diario y la tendencia a la acumulación de contenidos sin revisión periódica constituyen obstáculos que afectan negativamente el rendimiento académico.

NeuroLink aborda estos factores de manera integral: los fisiológicos se atienden mediante los bloques de mindfulness, yoga y actividades que promueven hábitos saludables; los socioafectivos se trabajan a través de los bloques de emociones, motivación y valores; los ambientales se consideran en las recomendaciones para la organización del espacio de aprendizaje incluidas en cada bloque; y los cognitivos se estimulan mediante las actividades de habilidades cognitivas, metacognición y estrategias

neurodidácticas. Esta aproximación multifactorial responde a la evidencia de que el aprendizaje efectivo requiere condiciones óptimas en todas las dimensiones del desarrollo del estudiante.

2.5. Los roles del docente y del estudiante desde la neurociencia

Para los educadores, la neurociencia presenta oportunidades significativas. De acuerdo con Bullón (2017), los estudiantes ya no son vistos como receptores pasivos de información, sino como constructores activos de su propio conocimiento. Geake y Cooper (2006) han argumentado que, si el aprendizaje es el núcleo de la educación, entonces los hallazgos de la neurociencia pueden mejorar la comprensión de cómo aprenden los alumnos y, por ende, de cómo enseñarles de manera más efectiva y disfrutable.

Pardos y González (2018) han propuesto criterios relevantes que los educadores deben considerar: familiarizarse con los fundamentos del funcionamiento cerebral, adoptar metodologías flexibles, aprender a mejorar la atención durante el proceso de aprendizaje, valorar tanto los procesos como los resultados, promover aprendizajes significativos y perdurables, reconocer la importancia del entorno socioemocional, identificar tempranamente las dificultades de aprendizaje y fomentar el autocontrol en el aula.

Desde la perspectiva del estudiante, Pacheco et al. (2015) han señalado que, para optimizar el aprendizaje, el alumno debe adoptar un papel activo, estar emocionalmente comprometido, físicamente involucrado y demostrar una actitud curiosa y motivada. Hernández y Portolés (2016) han precisado que los estudiantes aprenden de manera óptima cuando están intrínsecamente motivados y emocionalmente comprometidos con el proceso. Sánchez et al. (2017) han subrayado la importancia de integrar los aspectos cognitivos y emocionales del estudiante como condición necesaria para un aprendizaje verdaderamente efectivo.

NeuroLink redefine ambos roles en consonancia con estos principios: el docente se posiciona como mediador, facilitador y diseñador de experiencias de aprendizaje basadas en evidencia neurocientífica, mientras que el estudiante asume el protagonismo de su propio proceso cognitivo, siendo invitado a explorar, experimentar, reflexionar y autorregularse a lo largo de los dieciséis bloques de la guía.

2.6. Habilidades cognitivas y competencias emocionales

Las habilidades cognitivas se centran en las destrezas y procesos que facilitan la adquisición de conocimiento desde diversas perspectivas y por distintos métodos. Según Sepúlveda et al. (2022), estas habilidades se clasifican en tres categorías fundamentales: analíticas, críticas y creativas. Las habilidades analíticas se distinguen por su enfoque en la resolución de problemas y la toma de decisiones

(Mantuano y Vélez, 2021); las habilidades críticas se fundamentan en la razón y la integridad intelectual, permitiendo argumentar, evaluar y resolver problemas de manera competente (Cangalaya, 2020); y las habilidades creativas se definen como la capacidad de idear conceptos originales y proponer soluciones innovadoras (Pin y Mendoza, 2023).

En cuanto a las competencias emocionales, Ramos y San Andrés (2019) han identificado cinco habilidades clave: la conciencia emocional, que consiste en la capacidad de identificar emociones y mostrar empatía; la regulación emocional, que implica la madurez para generar emociones positivas y enfrentar desafíos; la autonomía emocional, que abarca la autoestima, la automotivación y la resiliencia; la competencia social, que incluye la comunicación asertiva y la resolución de conflictos; y la competencia para la vida y el bienestar, orientada a establecer metas alcanzables y mantener el equilibrio emocional.

La combinación de habilidades cognitivas y competencias emocionales constituye el objetivo central de NeuroLink. Los bloques de habilidades cognitivas y metacognición trabajan las capacidades analíticas, críticas y creativas mediante actividades progresivamente más complejas, mientras que los bloques de emociones, motivación, valores y mindfulness desarrollan las competencias emocionales necesarias para sostener y potenciar los procesos cognitivos. Esta integración responde a la evidencia neurocientífica que demuestra que la cognición y la emoción no son procesos separados, sino dimensiones interdependientes del funcionamiento cerebral (Espinoza et al., 2024).

2.7. Síntesis reflexiva del capítulo

A lo largo de este segundo capítulo se ha construido un marco conceptual integrado que vincula los procesos cognitivos fundamentales —percepción, atención, memoria, emociones, curiosidad, movimiento, juego y arte— con los aportes de la neurodidáctica y la comprensión contemporánea del proceso de aprendizaje. Se ha evidenciado que estos procesos no operan de forma aislada, sino que configuran un sistema dinámico cuya eficacia depende de la calidad de las interacciones entre sus componentes y de las condiciones fisiológicas, socioafectivas, ambientales y cognitivas en las que se desarrolla la experiencia educativa.

Se ha demostrado, asimismo, que la neurodidáctica ofrece un repertorio valioso de estrategias —operativas, metodológicas y socioemocionales— que permiten traducir los principios neurocientíficos en prácticas pedagógicas concretas y aplicables. La guía NeuroLink materializa esta traducción mediante dieciséis bloques temáticos que abordan cada uno de los procesos y dimensiones analizados, constituyendo una propuesta integral que fue implementada con los 448 estudiantes y 26 docentes del

grupo experimental (jornada vespertina) de la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa».

Los capítulos subsiguientes profundizarán en las funciones ejecutivas como componente central del aprendizaje autorregulado, en el diseño metodológico del estudio experimental, en el análisis de los resultados obtenidos tras la intervención con NeuroLink, y en las implicaciones pedagógicas de los hallazgos para el fortalecimiento del proceso de aprendizaje en contextos escolares ecuatorianos y latinoamericanos.

Una curadora de palabras y experiencias, porque en la vida como en la escritura la calidad supera la cantidad.

-Bernarda Calva

CAPÍTULO 3

FUNCIONES EJECUTIVAS, DESARROLLO COGNITIVO Y EVALUACIÓN NEUROEDUCATIVA: BASES PARA LA INTERVENCIÓN CON NEUROLINK

FUNCIONES EJECUTIVAS:
CONTROL Y PLANIFICACIÓN



CEREBRO DE SÍNTESIS DE FUNCIONES
Y PLAN DE INTERVENCIÓN



DESARROLLO COGNITIVO:
TRAYECTORIAS Y HITOS



MECANISMOS NEURONALES

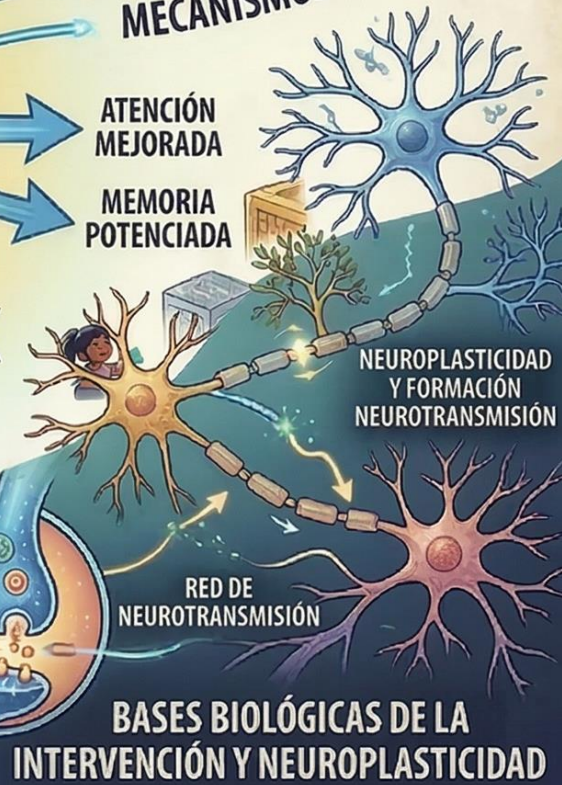
INTERVENCIÓN
CON NEUROLINK



ATENCIÓN MEJORADA

MEMORIA POTENCIADA

CONTROL IMPULSIVO



3. CAPÍTULO 3

FUNCIONES EJECUTIVAS, DESARROLLO COGNITIVO Y EVALUACIÓN NEUROEDUCATIVA: BASES PARA LA INTERVENCIÓN CON NEUROLINK

Educar sin conocer ¿cómo funciona el cerebro?, es como querer intentar volar, pero sin alas.

-Nayely Carrión

3.1. Introducción al capítulo

Los capítulos precedentes han establecido las bases neurobiológicas del aprendizaje y han examinado los procesos cognitivos fundamentales que lo sustentan. El presente capítulo avanza hacia un nivel superior de complejidad al abordar las funciones ejecutivas, entendidas como el conjunto de capacidades cognitivas de alto nivel que permiten al individuo planificar, organizar, regular y evaluar su propia conducta en función de metas deliberadas. Estas funciones, cuya sede neuroanatómica principal se localiza en la corteza prefrontal, constituyen el puente entre los procesos cognitivos básicos analizados en el capítulo anterior y la capacidad del estudiante para aprender de manera autónoma, autorregulada y estratégica.

Asimismo, este capítulo examina las etapas del desarrollo cognitivo propuestas por Jean Piaget desde la perspectiva de la neuroeducación contemporánea, las dimensiones neuroeducativas que orientan la planificación didáctica, los fundamentos de la metacognición como herramienta de aprendizaje profundo, y los instrumentos de evaluación neuroeducativa —particularmente la batería NEPSY-II— empleados en el estudio experimental que sustenta esta obra. El propósito es ofrecer al lector un panorama integrado que conecte la teoría neurocientífica con las herramientas concretas de evaluación e intervención implementadas mediante la guía NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic» en el grupo experimental de 448 estudiantes de la jornada vespertina.

3.2. Las funciones ejecutivas: arquitectura cognitiva del aprendizaje autorregulado

Las funciones ejecutivas pueden ser entendidas como un conjunto de actividades mentales de alto nivel que un individuo utiliza para alcanzar metas, resolver situaciones complejas y novedosas, y tomar decisiones de manera organizada y deliberada. Yoldi (2015) ha destacado su naturaleza consciente e intencional, diferenciándolas de los procesos cognitivos automáticos que operan por debajo del umbral de la conciencia. Las bases neurológicas de estas funciones abarcan diversas regiones cerebrales, siendo la corteza prefrontal y la corteza cingulada anterior las áreas principales, aunque la corteza parietal y el hipocampo también desempeñan papeles significativos.

Un aspecto de particular relevancia para el contexto educativo es que, al nacer, los niños no poseen estas habilidades ejecutivas plenamente desarrolladas, pero sí cuentan con el potencial genético para desarrollarlas. Leopoldo y Joselevitch (2018) han precisado que este proceso de maduración depende críticamente de las experiencias vividas, la práctica y el entorno, de modo que las funciones ejecutivas emergen desde edades tempranas, establecen circuitos básicos que se consolidan progresivamente y alcanzan su máxima eficiencia en la adolescencia y la etapa adulta. Las investigaciones neurocientíficas indican que estas funciones están directamente vinculadas al rendimiento académico en áreas como matemáticas, ciencias, lectura y escritura, y que también contribuyen al desarrollo emocional y moral (Arcos, 2021).

Tabla 4. Funciones ejecutivas y su definición operacional

Función ejecutiva	Definición operacional
Observación	Capacidad para concentrar eficazmente todos los canales de percepción en el proceso de análisis con el objetivo de extraer información pertinente del entorno.
Anticipación	Habilidad de prever posibilidades y resultados basados en secuencias mentales, formulando hipótesis sobre escenarios futuros.
Flexibilidad cognitiva	Capacidad para realizar modificaciones y adaptaciones en función de las diversas exigencias, prioridades y perspectivas de una situación.
Orden y organización	Habilidad de estructurar información según criterios previamente establecidos, como espacio, tiempo, distancia, tamaño o calidad.
Planificación	Destreza para seleccionar las estrategias requeridas para alcanzar un objetivo, considerando el tiempo, los recursos y las acciones disponibles.
Resolución de problemas	Capacidad de examinar situaciones complejas y explorar opciones y tácticas para resolverlas de manera eficaz.
Toma de decisiones	Habilidad de elegir la opción más adecuada entre varias alternativas según las circunstancias específicas.
Control inhibitorio	Habilidad para contrarrestar el impulso de realizar una acción determinada y optar por lo más conveniente, evitando comportamientos impulsivos.
Autorregulación	Destreza de guiar los propios pensamientos, emociones y comportamiento hacia una adecuada adaptación al entorno.

Función ejecutiva	Definición operacional
Memoria de trabajo	Capacidad de retener y manipular información activamente mientras se realiza una tarea cognitiva.
Monitoreo de errores	Habilidad de supervisar las acciones realizadas, percatarse de los errores y corregir o ajustar la actividad en curso.

Nota. Elaborado por los autores a partir de Arcos (2021) y Yoldi (2015).

3.2.1. Estrategias para potenciar las funciones ejecutivas en el aula

Jácome y Campos (2023) han propuesto tres estrategias fundamentales para el desarrollo de las funciones ejecutivas en contextos escolares. La primera consiste en incorporar actividades que requieran la aplicación de los conocimientos adquiridos, como experimentos, casos prácticos, aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje situado. La segunda se orienta a integrar actividades específicamente destinadas a ejercitar las funciones ejecutivas, como la mejora de la observación, la realización de inferencias, la resolución de problemas, los desafíos individuales y colectivos, los laberintos y los juegos mentales —sudoku, crucigramas, triángulos mágicos, ajedrez—, así como la organización y comparación de información mediante discusiones y debates en clase.

La tercera estrategia propone diseñar y modelar actividades que promuevan habilidades de pensamiento de nivel superior, donde el docente exhiba y modele competencias como juzgar, planificar, establecer metas, implementar estrategias metacognitivas, discriminar información y resolver problemas complejos (Hernández et al., 2026). El bloque de atención y funciones ejecutivas de NeuroLink materializa estas tres estrategias mediante actividades graduadas que avanzan progresivamente desde la observación y la inhibición de respuestas automáticas hasta la planificación, la toma de decisiones y la evaluación de los propios procesos de pensamiento, constituyendo así un programa sistemático de entrenamiento ejecutivo adaptado a los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica.

3.2.2. El control inhibitorio como piedra angular de la autorregulación

El control inhibitorio constituye un mecanismo que regula y controla la tendencia a generar respuestas impulsivas procedentes de otras áreas cerebrales. Ramírez (2015) ha documentado su estrecha relación con el desempeño académico, dado que la adaptación al entorno escolar requiere que el individuo resuelva conflictos, establezca metas, mantenga la disciplina e internalice hábitos y rutinas que favorezcan el desarrollo de las funciones ejecutivas en su conjunto.

Peña et al. (2017) han precisado que la capacidad de control inhibitorio implica la supresión de respuestas a nivel físico, emocional y cognitivo, y que la corteza prefrontal desempeña un papel activo en este proceso. Martín (2022) ha ampliado esta perspectiva al señalar que el control inhibitorio es un concepto multidimensional que abarca el control de la atención, la cognición, las emociones y el comportamiento, y que su eficacia tiene un impacto significativo en el rendimiento académico, la interacción social y el desempeño en la vida cotidiana. La disfunción de los mecanismos cerebrales que regulan esta función se manifiesta como impulsividad, un factor de riesgo para diversos trastornos del comportamiento y del aprendizaje.

En NeuroLink, el desarrollo del control inhibitorio se trabaja de manera transversal a través de actividades que requieren que los estudiantes detengan una respuesta automática y seleccionen una alternativa más adecuada, en consonancia con los principios de la autorregulación conductual y emocional que subyacen al bloque de mindfulness y yoga.

3.3. Etapas del desarrollo cognitivo según Jean Piaget y su reinterpretación neuroeducativa

Para Piaget, la inteligencia es un proceso dinámico y constructivo basado en la capacidad de realizar operaciones lógicas cada vez más complejas. El pensamiento infantil difiere significativamente del pensamiento adulto, atravesando diversas etapas caracterizadas por formas de razonamiento cualitativamente distintas. De acuerdo con Castaño (2006) y Prado (2020), Piaget sostenía que el desarrollo cognitivo se organiza en cuatro estadios sucesivos, marcados por períodos de equilibrio y desequilibrio cognitivo que impulsan la construcción de nuevas estructuras mentales.

Tabla 5. Etapas del desarrollo cognitivo según Piaget y sus implicaciones neuroeducativas

Etapa	Características	Implicación neuroeducativa
Sensorio-motora (0–24 meses)	El niño actúa principalmente a través del movimiento y la interacción directa con su entorno, sin construir representaciones mentales abstractas.	La estimulación sensorial temprana y la exploración motriz constituyen los pilares de la activación neuronal en esta etapa.
Preoperacional (2–7 años)	El juego simbólico, los dibujos y el lenguaje se convierten en herramientas fundamentales para explorar el entorno y desarrollar la imaginación y la representación mental.	Las actividades lúdicas, artísticas y de expresión verbal activan la corteza prefrontal en desarrollo y fomentan la creatividad.

Etapa	Características	Implicación neuroeducativa
Operaciones concretas (7–11 años)	Se adquieren habilidades como la seriación, la clasificación y la comprensión de conceptos abstractos, permitiendo resolver problemas de manera más eficiente.	Las actividades de manipulación concreta, experimentación y resolución de problemas fortalecen las redes neuronales ejecutivas.
Operaciones formales (12 años en adelante)	Se desarrolla la habilidad de pensar de manera formal, aplicar principios generales a situaciones particulares y razonar hipotéticamente.	El pensamiento abstracto, la formulación de hipótesis y el debate crítico estimulan la maduración plena de la corteza prefrontal.

Nota. Elaborado por los autores a partir de Castaño (2006), Saldarriaga et al. (2016) y aportes de la neuroeducación contemporánea.

Saldarriaga et al. (2016) han sintetizado la perspectiva piagetiana al señalar que el desarrollo intelectual es un proceso de reestructuración del conocimiento que inicia con un cambio externo, creando un conflicto o desequilibrio que modifica la estructura existente y da lugar a la elaboración de nuevas ideas y esquemas. La neuroeducación ha enriquecido y complementado esta teoría al proporcionar evidencia neurobiológica sobre los mecanismos cerebrales subyacentes, lo que ha permitido diseñar intervenciones educativas más precisas y efectivas (Hernández et al., 2026).

Los estudiantes participantes en el estudio empírico de esta obra —de los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica— se ubican predominantemente en las etapas preoperacional y de operaciones concretas, lo que determinó el diseño de las actividades de NeuroLink: predominancia de elementos lúdicos, manipulación de materiales concretos, resolución de problemas contextualizados y transición gradual hacia niveles de abstracción creciente, respetando las capacidades cognitivas propias de cada estadio evolutivo.

3.4. Dimensiones neuroeducativas para la planificación e intervención didáctica

Díaz (2023) ha propuesto un marco de once dimensiones que permiten evaluar la alineación de la práctica docente y la planificación didáctica con los principios del aprendizaje basado en el cerebro. Estas dimensiones —atención, curiosidad, diseño universal para el aprendizaje, emociones, funciones ejecutivas y cognitivas, memorias, neuroaprendizaje, neuroeducador, neuroevaluación, períodos atencionales y planificación neurodidáctica— constituyen la Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica (ENEPID), instrumento que fue adaptado y aplicado como ficha de observación en el estudio que sustenta esta obra.

La relevancia de este marco dimensional radica en que ofrece criterios observables y medibles para determinar en qué grado las prácticas pedagógicas de un aula incorporan los principios neurocientíficos del aprendizaje. Márquez y García (2022) han destacado que la comprensión de cómo los procesos neurobiológicos —curiosidad, atención, motivación— se activan durante el aprendizaje resulta vital para diseñar estrategias que promuevan un aprendizaje más significativo, autónomo y creativo.

NeuroLink fue diseñada tomando como referencia estas once dimensiones neuroeducativas, de modo que cada uno de sus dieciséis bloques temáticos contribuye al fortalecimiento de una o más dimensiones. Esta correspondencia asegura que la intervención pedagógica implementada en el grupo experimental sea integral, coherente con la evidencia neurocientífica y susceptible de ser evaluada mediante los indicadores de la ENEPID antes y después de la intervención.

3.5. Metacognición y aprendizaje: la conciencia sobre el propio proceso de conocer

El concepto de metacognición se relaciona con el conocimiento sobre el propio proceso de aprendizaje, considerando al individuo que aprende, la tarea a realizar y las estrategias empleadas para lograr el mejor desempeño. Según Vélez y Ruíz (2021), la metacognición abarca la regulación y supervisión de la propia cognición, lo que incluye la planificación de recursos, el control durante la ejecución y la evaluación de los resultados. Esta capacidad implica no solo comprender ideas y planificar, sino también identificar los pasos seguidos para aprender, los factores que facilitaron el aprendizaje y los aspectos que podrían limitarlo en el futuro.

Agrela y Simons (2025) han señalado que la relación entre metacognición y aprendizaje adquiere una importancia significativa en el ámbito educativo, dado que el desarrollo de conceptos metacognitivos tiene repercusiones directas y beneficiosas en el individuo que aprende. El estudiante adopta un papel activo al seleccionar, organizar, evaluar, planificar e integrar su propio conocimiento, desarrollando procedimientos para llevar a cabo tareas específicas antes, durante y después de su realización.

Swartz et al. (2013), creadores de la metodología del aprendizaje basado en el pensamiento, han argumentado que es adecuado y beneficioso que los estudiantes no solo practiquen diversos tipos de pensamiento durante las actividades programadas, sino que también reflexionen sobre ellos y demuestren que están desarrollando habilidades de pensamiento. El Ministerio de Educación (2020) ha propuesto recomendaciones para mejorar la metacognición: fomentar el proceso reflexivo, potenciar el pensamiento crítico, crear espacios de reflexión con preguntas guía, plantear preguntas metacognitivas después de las evaluaciones y ayudar a los estudiantes a ser conscientes de sus hábitos de pensamiento.

El bloque de metacognición de NeuroLink implementa estas recomendaciones mediante actividades que invitan a los estudiantes a reflexionar explícitamente sobre qué están aprendiendo, cómo lo están aprendiendo, qué estrategias les resultan más efectivas y cómo pueden mejorar su propio proceso de estudio. Como ha señalado Gandini (2018), las propuestas educativas que consideran las particularidades del proceso metacognitivo permiten que los estudiantes adquieran habilidades para «aprender a aprender», desarrollando así una capacidad de autorregulación que trasciende el contexto escolar.

3.6. La evaluación neuroeducativa para el aprendizaje: la batería NEPSY-II

La evaluación neuroeducativa constituye un componente indispensable de cualquier intervención pedagógica fundamentada en la neurociencia, ya que permite identificar el perfil cognitivo de los estudiantes, detectar áreas de fortaleza y dificultad, y medir el impacto de las estrategias implementadas. En el estudio que sustenta esta obra, se seleccionó la batería NEPSY-II como instrumento principal de evaluación, una prueba estandarizada destinada a niños de entre 3 y 16 años que permite evaluar el desarrollo cognitivo y de aprendizaje a través de seis áreas funcionales mediante 36 subpruebas (Pearson, 2021).

Las áreas funcionales evaluadas por la NEPSY-II son: atención y función ejecutiva, lenguaje, memoria y aprendizaje, percepción social, procesamiento visoespacial y habilidades sensoriomotoras. Esta estructura multidimensional permite obtener un perfil cognitivo detallado de cada estudiante, lo que resulta particularmente valioso para diseñar intervenciones personalizadas y para evaluar el efecto diferencial de una intervención como NeuroLink sobre dominios cognitivos específicos.

Tabla 6. Puntuaciones escalares de la NEPSY-II y su clasificación cualitativa

Puntuación escalar	Clasificación
13–19	Por encima del nivel esperado
8–12	En el nivel esperado
6–7	Límite
4–5	Por debajo del nivel esperado
1–3	Muy por debajo del nivel esperado

Nota. Adaptado de Korkman et al. (2014), Manual clínico y de interpretación de la NEPSY-II.

3.6.1. Dominios y pruebas seleccionadas para el estudio

Para la presente investigación se seleccionaron dos dominios de la NEPSY-II que resultan particularmente relevantes para evaluar el impacto de NeuroLink sobre el proceso de aprendizaje: el dominio de atención y funciones ejecutivas, y el dominio de memoria y aprendizaje. Cada dominio fue evaluado mediante tres pruebas específicas, lo que sumó un total de seis evaluaciones aplicadas tanto en el pretest como en el postest.

Tabla 7. Dominios y pruebas de la NEPSY-II seleccionadas para el estudio

Dominio	Prueba	Descripción
Atención y funciones ejecutivas	Atención auditiva y flexibilidad cognitiva (AA/FC)	Evalúa la atención auditiva selectiva, la vigilancia y la capacidad para cambiar y mantener un nuevo patrón de respuestas.
	Inhibición (IN)	Evalúa la capacidad de inhibir respuestas automáticas a favor de otro tipo de respuesta y la habilidad para cambiar entre distintos tipos de respuesta.
	Relojes (R)	Evalúa la planificación, la organización, las habilidades visoperceptivas y visoespaciales, y el concepto del tiempo.
Memoria y aprendizaje	Memoria de nombres (MDN/MDND)	Evalúa la capacidad para aprender nombres nuevos en tres ensayos y la retención a largo plazo.
	Y Memoria narrativa (MN)	Evalúa la memoria de material verbal organizado en condiciones de recuerdo libre, recuerdo guiado y reconocimiento.
	Memoria de listas (ML/MLD)	Evalúa el aprendizaje verbal, la tasa de aprendizaje y el papel de la interferencia en el recuerdo.

Nota. Elaborado por los autores a partir de Pearson Clinical España (2021).

La selección de estos dominios y pruebas obedece a la congruencia con los bloques temáticos de NeuroLink que se implementaron en el grupo experimental. Los bloques de atención y funciones ejecutivas de la guía están directamente relacionados con las pruebas de atención auditiva, inhibición y relojes; mientras que los bloques de memoria y aprendizaje, estrategias neurodidácticas y metacognición guardan correspondencia con las pruebas de memoria de nombres, memoria narrativa

y memoria de listas. Esta alineación entre el instrumento de intervención y el instrumento de evaluación permitió determinar con precisión el efecto diferencial de NeuroLink sobre cada dominio cognitivo evaluado.

3.7. El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) como marco de inclusión neuroeducativa

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) constituye un marco teórico y práctico que promueve una educación inclusiva de calidad, estructurado en tres principios fundamentales —compromiso, representación, y acción y expresión— que tienen una conexión profunda con la neurociencia. De acuerdo con Coral (2022), el DUA se organiza en nueve pautas y treinta y un puntos de verificación que facilitan el diseño de situaciones de aprendizaje, métodos, materiales y entornos flexibles que optimizan las oportunidades para todo el alumnado.

Jolles y Jolles (2021) han confirmado que los principios del DUA cuentan con evidencias neurocientíficas sólidas que deben considerarse al planificar las programaciones de aula. Entre estas evidencias destacan la singularidad de cada cerebro, la variabilidad humana en las capacidades de aprendizaje, la influencia de las experiencias previas, los cambios constantes que experimenta el cerebro con cada nueva experiencia, la neuroplasticidad a lo largo de la vida y la interdependencia de los sistemas de memoria y atención para el aprendizaje.

NeuroLink incorpora los principios del DUA de manera transversal, ofreciendo múltiples formas de representación de los contenidos (visual, auditiva, kinestésica), diversas vías de acción y expresión para que los estudiantes demuestren su aprendizaje, y variados mecanismos de compromiso que atienden la motivación intrínseca y extrínseca. Esta alineación con el DUA asegura que la guía sea aplicable a la diversidad cognitiva y neurológica presente en las aulas del grupo experimental, respondiendo al principio de que no hay dos cerebros iguales y, por tanto, no puede existir una única forma de enseñar que sea igualmente efectiva para todos los estudiantes.

3.8. Taxonomías del aprendizaje y su articulación con la intervención neuroeducativa

Las taxonomías del aprendizaje constituyen herramientas valiosas para describir los diversos tipos de conductas, comportamientos y características que se busca desarrollar en los estudiantes. Según Atonal (2020), estas taxonomías identifican diferentes etapas o niveles en el desarrollo del aprendizaje y permiten a los docentes planificar con objetivos claros y específicos. Avendaño (2024) ha señalado que los niveles cognitivos propuestos por Bloom —conocer, recordar, aplicar, analizar, evaluar y crear— están respaldados por un proceso afectivo y emocional que exige implicación, motivación personal y compromiso del aprendiz.

Moral (2012) ha subrayado que las taxonomías proporcionan modelos explicativos de cómo progresar en el aprendizaje y de las fases que hay que trabajar para alcanzar un aprendizaje significativo. Estas taxonomías avanzan generalmente desde el conocimiento hasta la creación y el compromiso con lo aprendido, y es tarea del docente diseñar un proceso que logre que los estudiantes alcancen los niveles más altos: la creación, el compromiso y la autonomía.

Las actividades de NeuroLink están diseñadas para recorrer progresivamente los niveles taxonómicos, desde actividades de reconocimiento y comprensión en los bloques iniciales hasta tareas de análisis, evaluación y creación en los bloques más avanzados. Esta progresión respeta tanto la taxonomía de Bloom como las capacidades cognitivas de los estudiantes según su etapa de desarrollo, garantizando que la intervención promueva un aprendizaje profundo y no meramente superficial o memorístico.

3.9. Síntesis reflexiva del capítulo

El presente capítulo ha permitido completar el marco teórico que fundamenta la intervención neuroeducativa implementada mediante NeuroLink en el grupo experimental de 448 estudiantes y 26 docentes de la jornada vespertina. Se ha evidenciado que las funciones ejecutivas —observación, anticipación, flexibilidad cognitiva, planificación, control inhibitorio, autorregulación y memoria de trabajo— constituyen el andamiaje cognitivo sobre el cual se construye la capacidad del estudiante para aprender de manera autónoma, estratégica y autorregulada.

Asimismo, se ha examinado la contribución de la teoría piagetiana del desarrollo cognitivo, reinterpretada desde la neuroeducación, las once dimensiones neuroeducativas propuestas por Díaz (2023) como criterios para la planificación didáctica basada en el cerebro, los fundamentos de la metacognición como herramienta para «aprender a aprender», la batería NEPSY-II como instrumento de evaluación neuroeducativa, el Diseño Universal para el Aprendizaje como marco de inclusión, y las taxonomías del aprendizaje como guías para la progresión cognitiva.

Cada uno de estos elementos teóricos se encuentra operacionalizado en la estructura de NeuroLink: las funciones ejecutivas se trabajan en bloques específicos; las etapas piagetianas determinan el nivel de complejidad de las actividades; las dimensiones neuroeducativas orientan el diseño de cada bloque; la metacognición se promueve como habilidad transversal; la NEPSY-II permite medir el impacto de la intervención; el DUA garantiza la inclusividad; y las taxonomías aseguran la progresión hacia niveles superiores de pensamiento.

Los capítulos siguientes abordarán el diseño metodológico del estudio experimental, presentarán los resultados obtenidos tras la implementación de NeuroLink comparando el grupo control y el grupo

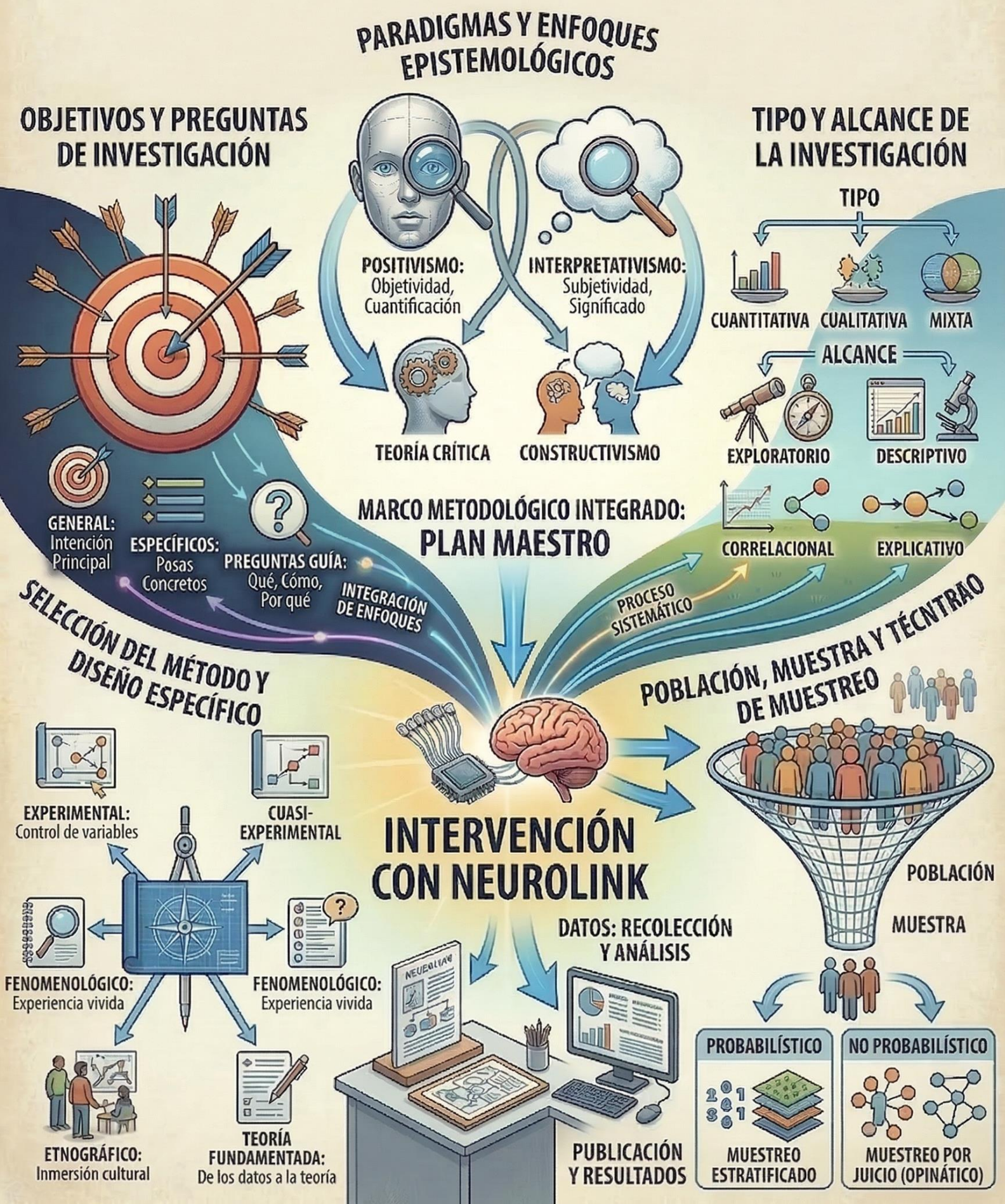
experimental, y desarrollarán las implicaciones pedagógicas de los hallazgos para la transformación de la práctica educativa en los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica.

Quien educa no transfiere conocimiento, siembra posibilidades.

-Esmeralda Jara

CAPÍTULO 4

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN



4. CAPÍTULO 4

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Educar no es moldear mentes, sino despertar un universo vivo donde la mente comprende, el alma siente, el espíritu se expande y el corazón se atreve a crear.

-Alisson Pardo

4.1. Introducción al capítulo

Los tres capítulos precedentes han proporcionado el andamiaje teórico necesario para comprender la relación entre neurociencia y aprendizaje. El Capítulo 1 delimitó las bases neurobiológicas y epistemológicas; el Capítulo 2 profundizó en los procesos cognitivos, la neurodidáctica y la naturaleza del aprendizaje; y el Capítulo 3 abordó las funciones ejecutivas, el desarrollo cognitivo y los instrumentos de evaluación neuroeducativa. Corresponde ahora describir, con la precisión que exige una investigación de alcance explicativo, el itinerario metodológico que los autores siguieron para determinar si la implementación de la guía NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic» produce efectos mensurables y estadísticamente significativos sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes y sobre la práctica pedagógica de los docentes.

La exposición que se desarrolla a continuación abarca cada componente del diseño: desde el enfoque epistemológico que orientó la toma de decisiones metodológicas hasta las consideraciones éticas que garantizaron el respeto a los derechos de los participantes, pasando por la tipificación del estudio, la configuración del diseño experimental, la descripción pormenorizada del contexto institucional, la caracterización sociodemográfica exhaustiva de los 898 estudiantes y los 56 docentes participantes, la formulación de las hipótesis, la operacionalización de las variables, la descripción técnica de cada instrumento de recolección de datos —incluyendo sus propiedades psicométricas verificadas—, la descripción detallada de la intervención con NeuroLink y el plan de análisis estadístico que permitió contrastar las hipótesis formuladas.

Hernández y Mendoza (2023) han insistido en que la transparencia y el detalle en la exposición metodológica constituyen condiciones indispensables para la replicabilidad de cualquier estudio y para que sus hallazgos puedan ser valorados críticamente por la comunidad científica. En atención a este principio, los autores de la presente obra han procurado que cada decisión metodológica quede debidamente fundamentada, cada dato sea trazable a su fuente y cada procedimiento resulte susceptible de ser reproducido en contextos similares.

4.2. Enfoque de la investigación

El conjunto de decisiones metodológicas que configuran este estudio se inscribe, sin excepción, dentro del paradigma cuantitativo de la investigación científica. La elección de este enfoque no fue arbitraria ni respondió a una preferencia metodológica genérica, sino que se derivó lógicamente de la naturaleza de las preguntas de investigación formuladas: ¿produce la implementación de NeuroLink cambios estadísticamente significativos en los dominios cognitivos de los estudiantes? ¿Es la magnitud de dichos cambios superior a la que se observa en un grupo que no recibió la intervención? Responder a estas interrogantes con el grado de certeza que la ciencia educativa demanda requiere, inevitablemente, la recolección de datos numéricos, su sometimiento a pruebas de significancia estadística y la cuantificación del tamaño de los efectos observados.

Hernández et al. (1991) definen el enfoque cuantitativo como aquel que emplea la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con la finalidad de establecer pautas de comportamiento y someter a prueba marcos teóricos. Creswell (2008) precisa que este enfoque resulta particularmente apropiado cuando el investigador busca establecer relaciones causales entre variables, verificar predicciones derivadas de un marco teórico y emplear procedimientos estadísticos que posibiliten la generalización de los resultados más allá de la muestra estudiada.

Tres razones sustantivas justifican la adopción del enfoque cuantitativo en esta investigación. La primera es de orden ontológico: las variables dependientes del estudio —los dominios cognitivos de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje— son constructos que la psicometría ha logrado operacionalizar en escalas numéricas con propiedades de fiabilidad y validez ampliamente documentadas, como es el caso de la batería NEPSY-II. La segunda razón es de orden epistemológico: la relación entre la variable independiente —la implementación de NeuroLink— y las variables dependientes admite ser conceptualizada como una relación de causalidad susceptible de verificación empírica mediante la comparación controlada entre un grupo que recibe el tratamiento y otro que no lo recibe. La tercera razón es de orden pragmático: los análisis estadísticos inferenciales que se requieren para contrastar las hipótesis —pruebas t, ANOVA, cálculo de tamaños del efecto— operan exclusivamente con datos numéricos y presuponen la cuantificación rigurosa de las variables.

Conviene subrayar que la adopción del enfoque cuantitativo no implica una desconsideración de la complejidad del fenómeno educativo. Como han advertido Hernández y Mendoza (20), la riqueza de un estudio cuantitativo reside en la precisión de sus mediciones, la rigurosidad de sus controles y la solidez de sus inferencias estadísticas, no en la simplificación del objeto de estudio. Los tres instrumentos seleccionados para esta investigación —la batería NEPSY-II, la escala ENEPID y el cuestionario docente

estandarizado— fueron elegidos precisamente porque capturan, mediante escalas numéricas robustas, dimensiones complejas del aprendizaje y de la práctica pedagógica que trascienden la mera cuantificación superficial.

4.3. Tipo de estudio

El estudio se clasifica como una investigación cuantitativa de tipo experimental y longitudinal, con alcance explicativo. Cada una de estas dimensiones responde a un requerimiento específico del diseño y contribuye de manera diferenciada a la solidez de las conclusiones.

La dimensión experimental se fundamenta en la manipulación deliberada de una variable independiente —la implementación de la guía NeuroLink en el grupo experimental— y en la observación controlada de sus efectos sobre las variables dependientes, empleando un grupo de comparación que no recibió dicha intervención. Campbell y Stanley (1963) establecieron que la experimentación constituye el método más poderoso para inferir relaciones causales en las ciencias del comportamiento, siempre que se cumplan condiciones razonables de control sobre las amenazas a la validez interna.

La dimensión longitudinal obedece a la necesidad de documentar el cambio a lo largo del tiempo. A diferencia de los estudios transversales, que ofrecen una fotografía estática de las variables en un momento dado, la presente investigación registró las puntuaciones de los participantes en dos momentos diferenciados —antes y después de la intervención—, lo que permite evaluar no solo el estado final de las variables, sino la magnitud y dirección del cambio experimentado por cada grupo. Hernández et al. (2014) precisan que los estudios longitudinales resultan especialmente valiosos para evaluar el impacto de intervenciones sostenidas en el tiempo, como es el caso de la implementación de NeuroLink a lo largo de un período académico completo.

El alcance explicativo se justifica porque la investigación no se limita a describir las variables ni a establecer correlaciones entre ellas, sino que aspira a identificar una relación de causalidad: la implementación de NeuroLink por parte de los docentes del grupo experimental como causa, y la mejora en los dominios cognitivos de los estudiantes de dicho grupo como efecto. Es fundamental precisar la cadena causal que el estudio postula: los docentes del grupo experimental implementaron las actividades de NeuroLink en sus planes de clase y planificaciones microcurriculares; estas actividades, diseñadas con base en principios neurocientíficos, modificaron las condiciones pedagógicas del aula; y dichas modificaciones, al estimular de manera diferenciada los procesos de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje de los estudiantes, produjeron cambios mensurables en los dominios cognitivos evaluados por la NEPSY-II. Paralelamente, la incorporación de los principios

neurodidácticos de NeuroLink en la práctica pedagógica de los docentes del grupo experimental transformó su planificación y ejecución didáctica, lo que se refleja en una elevación del nivel neuroeducativo medido por la ENEPID.

Esta doble cadena causal —una centrada en el aprendizaje de los estudiantes y otra en la práctica pedagógica de los docentes— constituye el núcleo explicativo del estudio. La primera cadena opera a nivel del estudiante: NeuroLink → modificación de las condiciones de enseñanza → estimulación diferenciada de procesos cognitivos → mejora en los dominios de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje, medidos mediante la NEPSY-II. La segunda cadena opera a nivel del docente: NeuroLink → incorporación de principios neurodidácticos en la planificación microcurricular → transformación de la práctica pedagógica → elevación del nivel neuroeducativo, medido mediante la ENEPID. Ambas cadenas convergen en un objetivo común: el fortalecimiento integral del proceso de aprendizaje en los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica.

4.4. Diseño de la investigación

Se adoptó un diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente y mediciones pretest-postest, siguiendo la clasificación de Campbell y Stanley (1963). Los participantes no fueron asignados aleatoriamente a los grupos —condición que definiría un diseño experimental puro—, sino que la distribución se realizó a partir de una condición organizativa preexistente: la jornada escolar a la que cada estudiante y docente pertenecía. Los integrantes de la jornada matutina conformaron el grupo control (GC), mientras que los de la jornada vespertina integraron el grupo experimental (GE).

La utilización de grupos naturales constituye una solución metodológica habitual y ampliamente aceptada en la investigación educativa, donde la asignación aleatoria de estudiantes a distintas condiciones experimentales enfrenta obstáculos éticos —no es admisible privar deliberadamente a un grupo de una intervención potencialmente beneficiosa—, logísticos —los horarios y la organización institucional no permiten redistribuir estudiantes entre jornadas— y administrativos —las matrículas y asignaciones de aula obedecen a criterios previos al estudio— (Hernández y Mendoza, 2023). Para mitigar la principal amenaza a la validez interna que comporta la ausencia de aleatorización —la posible no equivalencia inicial de los grupos—, se aplicaron los tres instrumentos de medición como pretest a ambos grupos antes de la intervención, y se realizaron pruebas estadísticas de comparación para verificar que no existieran diferencias significativas entre el GC y el GE en las variables dependientes al inicio del estudio.

Empleando la notación clásica de Campbell y Stanley (1963), el diseño se representa de la siguiente forma: GE: $O_1 X O_2$, y GC: $O_1 - O_2$, donde O_1 designa la medición pretest, X representa la intervención con NeuroLink, O_2 designa la medición posttest, y el guion (—) indica la ausencia de intervención. El indicador fundamental del efecto de NeuroLink es la interacción grupo \times tiempo, es decir, la diferencia entre la ganancia pretest-posttest del grupo experimental y la ganancia pretest-posttest del grupo control.

Tabla 8. Esquema del diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente

Grupo	Pretest (O_1)	Tratamiento	Postest (O_2)
GE — Experimental (Jornada vespertina)	NEPSY-II Cuestionario Likert	X NeuroLink (16 bloques)	NEPSY-II Cuestionario Likert
GC — Control (Jornada matutina)	NEPSY-II Cuestionario Likert	— Práctica pedagógica habitual	NEPSY-II Cuestionario Likert

Nota. GE = grupo experimental; GC = grupo control; O_1 = medición pretest; O_2 = medición posttest; X = tratamiento (NeuroLink). Notación según Campbell y Stanley (1963). Elaborado por los autores.

4.5. Contexto institucional del estudio

La investigación se llevó a cabo en la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa», institución perteneciente a la zona 7 del régimen escolar Sierra, distrito educativo 11D01, con código AMIE 11H00104. El plantel se localiza en la provincia de Loja, cantón Loja, parroquia San Sebastián, barrio Héroes del Cenepa, entre las calles Teniente Geovanny Calles y Soldado Vicente Rosero, dentro del perímetro urbano de la ciudad. La institución opera en dos jornadas —matutina y vespertina— bajo la modalidad presencial, y su sostenimiento es de carácter municipal.

La oferta educativa abarca tres niveles de Educación Inicial —Inicial 1 (para niños de 3 a 4 años), Inicial 2 (4 a 5 años) y Preparatoria (5 a 6 años)— y siete grados de Educación General Básica, desde primero hasta séptimo. Cada grado se organiza en tres paralelos (A, B y C) por jornada, lo que totaliza treinta aulas en la jornada matutina y treinta en la vespertina, sesenta en el conjunto de la institución. En el nivel de Educación Inicial, la planificación didáctica se estructura en torno a los ejes de desarrollo y aprendizaje y sus respectivos ámbitos, conforme a lo establecido por el currículo nacional. En el nivel de Educación General Básica, la planificación microcurricular se organiza por áreas básicas —Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales— y áreas complementarias —Inglés, Música, Educación Física y Computación—.

El plantel cuenta con infraestructura que comprende dos canchas deportivas, dos bares escolares, áreas verdes recreativas y un laboratorio de computación. El equipo directivo está integrado por la rectora, el

vicerector, el inspector general, el subinspector, el secretario, el personal de mantenimiento y el Departamento de Consejería Estudiantil (DECE). La misión institucional se orienta a formar estudiantes críticos, científicos y emprendedores con altos niveles de desarrollo cognitivo, afectivo y expresivo, y su visión aspira a consolidarse como un referente de excelencia educativa en la ciudad de Loja.

4.6. Población, distribución y caracterización sociodemográfica

Arias et al. (2016) definen la población de estudio como un conjunto de casos delimitado, accesible y definido por criterios predeterminados. En la presente investigación, la población estuvo conformada por la totalidad de los estudiantes matriculados y los docentes en ejercicio en los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica de la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa» durante el período académico en que se ejecutó el estudio, ascendiendo a 898 estudiantes y 56 docentes. No se realizó selección muestral ni se aplicaron técnicas de muestreo probabilístico, dado que se trabajó con el censo completo de ambas jornadas. Otzen y Manterola (2017) señalan que la inclusión de la totalidad de los individuos de una población accesible fortalece la validez externa de los resultados al eliminar el error de muestreo.

La distribución de los participantes en los grupos de investigación obedeció a la jornada escolar de pertenencia: la jornada matutina configuró el grupo control (GC) y la jornada vespertina configuró el grupo experimental (GE). Los criterios de inclusión establecidos fueron: estar matriculado en la institución durante el período del estudio, asistir con regularidad a las actividades académicas y contar con el consentimiento informado firmado por el representante legal. Los criterios de exclusión comprendieron: acumulación de inasistencias superior al treinta por ciento del período de intervención y ausencia de consentimiento informado.

Tabla 9. Distribución general de la población según grupo de investigación

Grupo	Estudiantes	Docentes	Total	Jornada
Grupo control (GC)	450	30	480	Matutina
Grupo experimental (GE)	448	26	474	Vespertina
Total	898	56	954	—

Nota. Elaborado por los autores a partir de los registros de matrícula y nómina docente de la institución.

4.6.1. Distribución de estudiantes por nivel educativo y grado

La institución ofrece diez grados académicos distribuidos en tres niveles de Educación Inicial y siete grados de Educación General Básica. Cada grado cuenta con tres paralelos (A, B y C) en cada jornada, lo

que configura treinta secciones por jornada. La Tabla 4.3 desglosa la distribución de los 898 estudiantes en función del nivel educativo, el grado y el grupo de investigación al que pertenecen. Se observa una distribución equilibrada entre ambos grupos en todos los niveles y grados, lo que constituye una condición favorable para la comparabilidad de los resultados.

Tabla 10. Distribución de estudiantes por nivel educativo, grado y grupo de investigación

Nivel	Grado	Paralelos	GC (f)	GE (f)	Total
Educación Inicial	Inicial 1	A, B, C	36	35	71
	Inicial 2	A, B, C	39	38	77
	Preparatoria	A, B, C	42	41	83
Subtotal Ed. Inicial			117	114	231
EGB Elemental	1.º grado	A, B, C	48	48	96
	2.º grado	A, B, C	47	47	94
	3.º grado	A, B, C	48	48	96
Subtotal EGB Elemental			143	143	286
EGB Media	4.º grado	A, B, C	47	47	94
	5.º grado	A, B, C	48	48	96
	6.º grado	A, B, C	47	48	95
	7.º grado	A, B, C	48	48	96
Subtotal EGB Media			190	191	381
TOTAL GENERAL			450	448	898

Nota. Elaborado por los autores. Cada grado cuenta con tres paralelos (A, B, C) por jornada.

4.6.2. Distribución de estudiantes según sexo

La proporción de estudiantes según sexo se aproxima a la paridad en ambos grupos, con una leve predominancia del sexo masculino que resulta estadísticamente no significativa. Esta simetría reduce la posibilidad de que diferencias de género en los procesos cognitivos evaluados constituyan una variable de confusión en la interpretación de los resultados.

Tabla 11. *Distribución de estudiantes según sexo y grupo de investigación*

Sexo	GC (f)	GC (%)	GE (f)	GE (%)	Total (f)	Total (%)
Masculino	228	50,7	225	50,2	453	50,4
Femenino	222	49,3	223	49,8	445	49,6
Total	450	100	448	100	898	100

Nota. Elaborado por los autores. f = frecuencia absoluta. Porcentajes redondeados a un decimal.

4.6.3. *Distribución de estudiantes según rango de edad y nivel educativo*

Los rangos etarios de los participantes guardan correspondencia directa con las etapas del desarrollo cognitivo de Piaget analizadas en el Capítulo 3. Los estudiantes de Educación Inicial (3 a 5 años) se encuentran en la etapa preoperacional, los de EGB Elemental (6 a 8 años) en la transición hacia las operaciones concretas, y los de EGB Media (9 a 12 años) en la fase de operaciones concretas consolidadas. Esta estratificación etaria fue determinante para el diseño de las actividades de NeuroLink, cuya complejidad se adaptó al nivel de maduración cognitiva correspondiente a cada subnivel educativo.

Tabla 12. *Distribución de estudiantes según rango de edad y grupo de investigación*

Rango de edad	GC (f)	GE (f)	Total (f)	Nivel educativo
3 a 5 años	117	114	231	Educación Inicial
6 a 8 años	143	143	286	EGB Elemental (1.º–3.º)
9 a 12 años	190	191	381	EGB Media (4.º–7.º)
Total	450	448	898	—

Nota. Elaborado por los autores. Los rangos corresponden a las edades típicas de cada nivel, con variación individual de ± 1 año.

4.6.4. *Caracterización sociodemográfica del cuerpo docente*

La caracterización del cuerpo docente reviste particular importancia en este estudio por dos razones. La primera es que los docentes del grupo experimental fueron los responsables directos de implementar las actividades de NeuroLink en sus planes de clase y planificaciones microcurriculares, de modo que sus características profesionales —formación académica, experiencia, estabilidad laboral— pudieron influir en la calidad de la implementación. La segunda razón es que la práctica pedagógica de los docentes constituye una de las variables dependientes del estudio, evaluada mediante la ENEPID, por

lo que resulta imprescindible documentar las condiciones de partida del perfil docente en ambos grupos para garantizar la interpretabilidad de los cambios observados.

Tabla 13. *Distribución de docentes según sexo y grupo de investigación*

Sexo	GC (f)	GC (%)	GE (f)	GE (%)	Total (f)	Total (%)
Masculino	11	36,7	9	34,6	20	35,7
Femenino	19	63,3	17	65,4	36	64,3
Total	30	100	26	100	56	100

Nota. Elaborado por los autores. La predominancia femenina (64,3%) refleja la composición habitual del magisterio en Educación Inicial y EGB en Ecuador.

Tabla 14. *Distribución de docentes según rango de edad*

Rango de edad	GC (f)	GE (f)	Total (f)	Total (%)
25 a 35 años	7	6	13	23,2
36 a 45 años	12	11	23	41,1
46 a 55 años	8	7	15	26,8
56 años o más	3	2	5	8,9
Total	30	26	56	100

Nota. Elaborado por los autores. El grupo etario de mayor representación (36–45 años, 41,1%) indica un cuerpo docente en fase de consolidación profesional.

Tabla 15. *Distribución de docentes según nivel de formación académica*

Formación académica	GC (f)	GE (f)	Total (f)	Total (%)
Magíster (cuarto nivel)	25	23	48	85,7
Doctor / PhD (cuarto nivel)	5	3	8	14,3
Total	30	26	56	100

Nota. Elaborado por los autores. La totalidad del cuerpo docente posee formación de cuarto nivel. El 85,7% ostenta título de Magíster y el 14,3% posee grado de Doctor/PhD.

Tabla 16. *Distribución de docentes según tipo de contrato*

Tipo de contrato	GC (f)	GE (f)	Total (f)	Total (%)
Nombramiento definitivo	18	15	33	58,9
Nombramiento provisional	7	6	13	23,2
Contrato ocasional	5	5	10	17,9
Total	30	26	56	100

Nota. Elaborado por los autores. La mayoría (58,9%) posee nombramiento definitivo, lo que indica estabilidad laboral y experiencia institucional acumulada.

Tabla 17. *Distribución de docentes según nivel educativo y función*

Nivel / Función	GC (f)	GE (f)	Total (f)	Total (%)
Ed. Inicial (tutores de ámbitos)	9	8	17	30,4
EGB — Áreas básicas	14	12	26	46,4
EGB — Áreas complementarias	7	6	13	23,2
Total	30	26	56	100

Nota. Elaborado por los autores. Áreas básicas: Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales. Áreas complementarias: Inglés, Música, Educación Física y Computación. En Educación Inicial los docentes trabajan como tutores de los ejes de desarrollo y aprendizaje y sus respectivos ámbitos.

El análisis comparativo de las características sociodemográficas de ambos grupos permite concluir que el GC y el GE presentan una composición sustancialmente equivalente en lo que respecta a la distribución por sexo, edad, nivel educativo, formación académica y tipo de contrato de sus participantes. Esta equivalencia demográfica, aunque no garantiza por sí sola la equivalencia en las variables dependientes —la cual fue verificada mediante las pruebas estadísticas aplicadas a los datos del pretest—, constituye una condición de base favorable para la validez interna del diseño cuasiexperimental, al reducir la probabilidad de que diferencias preexistentes en las características de los participantes contaminen la interpretación de los resultados postest.

4.7. Hipótesis de investigación

En congruencia con el enfoque cuantitativo y el diseño cuasiexperimental, se formularon hipótesis contrastables que predicen la dirección y naturaleza de los efectos esperados:

Hipótesis general (H₁): La implementación de la guía NeuroLink en el grupo experimental produce una mejora estadísticamente significativa en los dominios cognitivos de los estudiantes —atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje—, en comparación con el grupo control que no recibió la intervención.

Hipótesis nula (H₀): No existen diferencias estadísticamente significativas en los dominios cognitivos evaluados entre los estudiantes del grupo experimental y los del grupo control.

H₁ específica 1: Los estudiantes del GE obtienen puntuaciones posttest significativamente superiores a las del pretest en las pruebas de atención auditiva y flexibilidad cognitiva, inhibición y relojes de la NEPSY-II.

H₁ específica 2: Los estudiantes del GE obtienen puntuaciones posttest significativamente superiores a las del pretest en las pruebas de memoria de nombres, memoria narrativa y memoria de listas de la NEPSY-II.

H₁ específica 3: El nivel neuroeducativo de la práctica docente en el GE, medido por la ENEPID, se incrementa significativamente tras la implementación de NeuroLink, en comparación con el GC.

4.8. Operacionalización de las variables

Tabla 18. Operacionalización de las variables del estudio

Tipo	Variable	Definición operacional	Indicadores / Instrumento
Independiente	Implementación de NeuroLink	Aplicación de los 16 bloques neurodidácticos en los planes de clase y planificaciones microcurriculares del GE.	N.º de bloques ejecutados, frecuencia semanal, duración total en semanas. Registro de implementación.
Dependiente 1	Atención y funciones ejecutivas de los estudiantes	Nivel de desempeño de los estudiantes en atención auditiva, flexibilidad cognitiva, control inhibitorio y planificación.	Puntuaciones escalares (1-19) en pruebas AA/FC, IN y R de la NEPSY-II.

Tipo	Variable	Definición operacional	Indicadores / Instrumento
Dependiente 2	Memoria y aprendizaje de los estudiantes	Nivel de desempeño de los estudiantes en memoria nominal, narrativa y de listas con interferencia.	Puntuaciones escalares (1-19) en pruebas MDN, MN y ML de la NEPSY-II.
Dependiente 3	Nivel neuroeducativo de la práctica docente	Grado de incorporación de principios neurodidácticos en la planificación microcurricular y la ejecución didáctica del docente.	Puntuaciones en 11 dimensiones ENEPID (Likert 1-7).
Dependiente 4	Conocimiento docente sobre neurociencia	Nivel de conocimiento y frecuencia de aplicación de principios neurocientíficos en la práctica pedagógica.	Cuestionario Likert (1-5), 12 ítems. $\alpha = 0,87$.
Control	Variables sociodemográficas	Características de los participantes que podrían influir en los resultados.	Edad, sexo, nivel educativo, jornada, formación docente, tipo de contrato.

Nota. Elaborado por los autores. Todas las variables dependientes producen datos numéricos susceptibles de análisis estadístico paramétrico y no paramétrico.

4.9. Instrumentos de recolección de datos

La coherencia del enfoque cuantitativo exige que la totalidad de los instrumentos empleados genere datos numéricos susceptibles de tratamiento estadístico. Los tres instrumentos seleccionados cumplen esta condición y fueron aplicados en los momentos pretest y postest a ambos grupos, configurando un sistema de medición triangulado que permite evaluar las variables dependientes desde perspectivas complementarias.

4.9.1. Batería neuroeducativa NEPSY-II

La NEPSY-II (Developmental NEuroPSYchological Assessment, Second Edition) constituyó el instrumento central de evaluación cognitiva del estudio. Desarrollada por Korkman, Kirk y Kemp, y publicada por Pearson Clinical, esta batería estandarizada está diseñada para evaluar el desarrollo neuropsicológico de niños y adolescentes de 3 a 16 años y 11 meses a través de seis dominios funcionales —atención y funciones ejecutivas, lenguaje, memoria y aprendizaje, percepción social, procesamiento visoespacial y habilidades sensoriomotoras— distribuidos en 36 subpruebas (Pearson, 2021).

Las propiedades psicométricas de la NEPSY-II han sido extensamente documentadas. Korkman et al. (2014) reportan coeficientes de fiabilidad por consistencia interna (alfa de Cronbach) que oscilan entre

$\alpha = 0,71$ y $\alpha = 0,91$ para las distintas subpruebas, así como índices de fiabilidad test-retest que oscilan entre $r = 0,63$ y $r = 0,82$. La validez de constructo fue establecida mediante análisis factorial confirmatorio y la validez de criterio fue verificada mediante correlaciones con otras baterías neuropsicológicas de referencia, como la WISC-IV y la CMS. Estos indicadores sitúan a la NEPSY-II entre los instrumentos de evaluación neuropsicológica infantil con mayor respaldo empírico a nivel internacional.

Para los fines de esta investigación se seleccionaron dos dominios con tres pruebas cada uno, totalizando seis evaluaciones por estudiante en cada momento de medición. Del dominio de atención y funciones ejecutivas se aplicaron: atención auditiva y flexibilidad cognitiva (AA/FC), que evalúa la atención selectiva, la vigilancia y la capacidad de cambiar patrones de respuesta; inhibición (IN), que mide la capacidad de suprimir respuestas automáticas; y relojes (R), que evalúa la planificación, la organización visoespacial y el concepto del tiempo. Del dominio de memoria y aprendizaje se aplicaron: memoria de nombres (MDN/MDND), que evalúa la capacidad de aprender nombres nuevos y su retención a largo plazo; memoria narrativa (MN), que mide la memoria de material verbal organizado; y memoria de listas (ML/MLD), que evalúa el aprendizaje verbal y el papel de la interferencia. La selección de estos dominios y pruebas responde a su correspondencia directa con los bloques temáticos de NeuroLink que se implementaron en el grupo experimental.

4.9.2. Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica (ENEPID)

La ENEPID, diseñada por Díaz (2023), es un instrumento cuantitativo que evalúa el nivel neuroeducativo de la planificación y la práctica docente. Fundamentada en las propuestas más recientes de la neurociencia cognitiva aplicada, la escala emplea un formato tipo Likert de siete niveles —deficiente (1), muy bajo (2), bajo (3), medio (4), alto (5), muy alto (6) e ideal (7)— y evalúa once dimensiones: atención, curiosidad, diseño universal para el aprendizaje, emociones, funciones ejecutivas y cognitivas, memorias, neuroaprendizaje, neuroeducador, neuroevaluación, períodos atencionales y planificación neurodidáctica.

Díaz (2023) reporta que la ENEPID fue validada mediante juicio de expertos especialistas en neurociencia cognitiva y educación, y que su aplicación piloto arrojó un índice de consistencia interna de $\alpha = 0,93$, lo que indica una fiabilidad excelente según los criterios de George y Mallery (2003). La escala fue aplicada en las cuatro áreas disciplinares básicas —Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales— de ambos grupos, en los momentos pretest y posttest, generando datos numéricos que permiten tanto las comparaciones intragrupo como las intergrupo.

4.9.3. Cuestionario estandarizado sobre conocimiento y aplicación de neurociencia en la práctica docente

Se elaboró un cuestionario estructurado de 12 ítems con escala Likert de cinco puntos (1 = nunca / totalmente en desacuerdo; 2 = casi nunca / en desacuerdo; 3 = a veces / ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4 = casi siempre / de acuerdo; 5 = siempre / totalmente de acuerdo). El instrumento evalúa dos dimensiones: el nivel de conocimiento sobre neurociencia aplicada a la educación (ítems 1 a 6) y la frecuencia de aplicación de principios neurocientíficos en la práctica pedagógica cotidiana (ítems 7 a 12).

El cuestionario fue sometido a un proceso de validación de contenido por juicio de expertos. Se convocó a un panel de cinco profesionales: tres doctores en Ciencias de la Educación con especialización en neuroeducación, un doctor en Psicología Educativa con experiencia en evaluación neuropsicológica y un magíster en Investigación Educativa con formación en diseño de instrumentos cuantitativos. Cada experto evaluó la pertinencia, la claridad, la coherencia y la suficiencia de cada ítem en una escala de 1 (inadecuado) a 4 (muy adecuado). Se calculó el coeficiente V de Aiken para cada ítem y para el instrumento global, obteniéndose valores entre $V = 0,82$ y $V = 0,96$ para los ítems individuales y un índice global de $V = 0,89$, resultado que supera el umbral mínimo de 0,80 recomendado por Escurra (1988) para considerar válido un ítem. Tras incorporar las observaciones de los expertos —que incluyeron la reformulación de dos ítems para mejorar su claridad y la reordenación secuencial de tres ítems para optimizar la fluidez de respuesta—, se procedió a la aplicación piloto del instrumento.

La aplicación piloto se realizó con un grupo de 18 docentes de una institución educativa de características similares a la del estudio, ubicada en el mismo distrito educativo pero no participante en la investigación. Se calculó el coeficiente alfa de Cronbach como indicador de consistencia interna, obteniéndose un valor de $\alpha = 0,87$, que se sitúa en el rango de «bueno» según la clasificación de George y Mallery (2003): $\alpha \geq 0,90$ = excelente; $0,80 \leq \alpha < 0,90$ = bueno; $0,70 \leq \alpha < 0,80$ = aceptable. Se verificó, además, que la eliminación de cualquier ítem individual no incrementara sustancialmente el alfa global, lo que confirmó la pertinencia de los doce ítems en el instrumento definitivo. El análisis de la correlación ítem-total corregida arrojó valores entre $r = 0,41$ y $r = 0,72$ para todos los ítems, superando el umbral mínimo de 0,30 recomendado por Nunnally y Bernstein (1994).

Tabla 19. Síntesis de instrumentos, propiedades psicométricas y tipo de dato

Instrumento	Escala	Fiabilidad (α)	Validez	Tipo de dato
NEPSY-II (6 pruebas, 2 dominios)	Escalar (1-19)	0,71 – 0,91	Constructo, criterio, contenido	Cuantitativo continuo
ENEPID (11 dimensiones)	Likert (1-7)	0,93	Contenido (juicio de expertos)	Cuantitativo ordinal
Cuestionario docente (12 ítems, 2 dimensiones)	Likert (1-5)	0,87	Contenido (V de Aiken = 0,89; 5 expertos)	Cuantitativo ordinal

Nota. Elaborado por los autores. Los tres instrumentos producen exclusivamente datos numéricos. Las propiedades psicométricas de la NEPSY-II se basan en Korkman et al. (2014); las de la ENEPID en Díaz (2023); las del cuestionario docente fueron verificadas en el presente estudio.

4.10. Descripción de la intervención: implementación de NeuroLink

La variable independiente del estudio —la implementación de NeuroLink— «La Neurociencia al alcance de un clic»— se operacionalizó mediante la incorporación progresiva de los dieciséis bloques temáticos de la guía en los planes de clase y las planificaciones microcurriculares de los docentes del grupo experimental. Es importante subrayar que NeuroLink no fue concebida como un programa paralelo al currículo oficial, sino como una herramienta neurodidáctica que reformuló la práctica pedagógica habitual desde los principios de la neurociencia aplicada al aprendizaje.

En el nivel de Educación General Básica, las actividades de NeuroLink se integraron en la planificación microcurricular y en los planes de clase de las áreas básicas —Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales— y de las áreas complementarias —Inglés, Música, Educación Física y Computación—. En el nivel de Educación Inicial, las actividades se articularon con los ejes de desarrollo y aprendizaje y sus respectivos ámbitos —desarrollo personal y social, descubrimiento del medio natural y cultural, y expresión y comunicación—, conforme a la estructura curricular vigente para este nivel. Esta diferenciación en la integración curricular aseguró que la intervención fuese pertinente y coherente con los marcos normativos de cada nivel educativo.

Los docentes del grupo experimental recibieron, previamente al inicio de la intervención, una capacitación de dieciséis horas distribuidas en cuatro sesiones de cuatro horas cada una. Los contenidos de la capacitación abarcaron los fundamentos teóricos de la neurociencia aplicada al aprendizaje, la estructura y la metodología de la guía NeuroLink, las estrategias de integración de cada bloque temático

en la planificación microcurricular, y la demostración práctica de las actividades más representativas de cada bloque. La capacitación fue facilitada por el equipo investigador con el apoyo de material audiovisual y la página web complementaria de NeuroLink.

La implementación se desarrolló a lo largo de un período académico completo, con una frecuencia mínima de tres sesiones semanales de actividades basadas en NeuroLink integradas en las clases regulares. Se estableció un registro de implementación que documentó el bloque temático trabajado, la actividad específica aplicada, la duración, las observaciones del docente y las evidencias de participación de los estudiantes. Este registro permitió realizar un seguimiento de la fidelidad de implementación y asegurar que la intervención se ejecutase conforme al diseño previsto. El grupo control, simultáneamente, continuó con su práctica pedagógica habitual sin incorporar ningún elemento de la guía NeuroLink.

4.11. Plan de análisis estadístico

El tratamiento de los datos recolectados se organizó en tres niveles de análisis, todos ellos de naturaleza estrictamente cuantitativa, seleccionados en función de la estructura del diseño y de las hipótesis formuladas.

Nivel 1 — Estadística descriptiva: Cálculo de medidas de tendencia central (media aritmética, mediana), medidas de dispersión (desviación estándar, rango) y distribución de frecuencias con sus porcentajes correspondientes, para cada variable, grupo y momento de medición. Los resultados se representaron mediante gráficos de barras, diagramas comparativos y tablas de distribución porcentual. Este nivel permitió caracterizar el comportamiento de las variables y detectar tendencias generales previas al contraste de hipótesis.

Nivel 2 — Comparaciones intragrupo (pretest-postest): Se verificó el supuesto de normalidad de las distribuciones mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (para submuestras con $n > 50$) o la prueba de Shapiro-Wilk (para submuestras con $n \leq 50$). Para las variables cuya distribución cumplió el supuesto de normalidad se empleó la prueba t de Student para muestras relacionadas; para aquellas que no lo cumplieron, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon como alternativa no paramétrica. El nivel de significancia se fijó en $\alpha = 0,05$ para todas las pruebas. Este nivel de análisis permitió determinar si cada grupo experimentó cambios significativos entre el pretest y el postest.

Nivel 3 — Comparaciones intergrupo y tamaño del efecto: Se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes (distribuciones normales) o la prueba U de Mann-Whitney (distribuciones no normales) para comparar las puntuaciones postest del GC y del GE, así como las ganancias pretest-

postest de ambos grupos. Se calculó el tamaño del efecto mediante la d de Cohen, con los umbrales convencionales de interpretación: $d = 0,20$ (efecto pequeño), $d = 0,50$ (efecto mediano) y $d = 0,80$ (efecto grande). Para evaluar la interacción grupo \times tiempo —el indicador más directo del efecto diferencial de NeuroLink— se aplicó un ANOVA mixto de medidas repetidas con un factor intra-sujeto (tiempo: pretest vs. postest) y un factor inter-sujeto (grupo: GC vs. GE).

4.12. Fases procedimentales de la investigación

4.12.1. Fase 1 — Diagnóstico (pretest)

Aplicación de los tres instrumentos en ambos grupos. Administración individual de la NEPSY-II a cada estudiante. Observación del nivel neuroeducativo docente mediante la ENEPID en las cuatro áreas básicas. Aplicación del cuestionario Likert a los docentes. Verificación estadística de la equivalencia inicial entre GC y GE en las variables dependientes.

4.12.2. Fase 2 — Intervención

Capacitación de los docentes del GE (16 horas en 4 sesiones). Implementación progresiva de los 16 bloques de NeuroLink a lo largo de un período académico completo. Integración de las actividades en los planes de clase y planificaciones microcurriculares de las áreas básicas y complementarias de EGB, y en los ejes de desarrollo y aprendizaje de Educación Inicial. Registro continuo de la fidelidad de implementación. Mantenimiento de la práctica habitual en el GC.

4.12.3. Fase 3 — Evaluación (postest)

Reaplicación de los tres instrumentos en ambos grupos siguiendo protocolos idénticos al pretest. Construcción de matrices de datos para el análisis estadístico. Verificación de supuestos de las pruebas inferenciales. Ejecución de los tres niveles de análisis estadístico. Elaboración de cuadros comparativos pretest-postest y GC-GE.

4.13. Consideraciones éticas

El estudio se ejecutó en estricto cumplimiento de los principios éticos que regulan la investigación con seres humanos en el ámbito educativo. Se obtuvo la autorización escrita de la dirección institucional para la realización del estudio y la implementación de NeuroLink en la jornada vespertina. Se gestionó el consentimiento informado de los representantes legales de la totalidad de los estudiantes participantes, garantizando por escrito la confidencialidad de los datos, la voluntariedad de la participación y el derecho irrestricto de retirada del estudio en cualquier momento sin consecuencia académica alguna. La intervención con NeuroLink se diseñó para complementar y enriquecer los

contenidos curriculares obligatorios, sin sustituirlos ni interferir con el cumplimiento de los estándares de aprendizaje establecidos por el Ministerio de Educación del Ecuador. Los datos recolectados fueron codificados numéricamente para preservar el anonimato de los participantes, almacenados en bases de datos protegidas con contraseña y utilizados exclusivamente con fines de investigación y producción académica.

4.14. Síntesis reflexiva del capítulo

A lo largo de este capítulo se ha descrito, con el detalle y la precisión que exige una investigación de alcance explicativo, el diseño metodológico que sustenta el estudio empírico de esta obra. Se adoptó un enfoque cuantitativo sin ambigüedades, un diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente (GC: 450 estudiantes y 30 docentes, jornada matutina; GE: 448 estudiantes y 26 docentes, jornada vespertina) y mediciones pretest-postest mediante tres instrumentos cuya naturaleza cuantitativa ha sido verificada: la NEPSY-II ($\alpha = 0,71-0,91$), la ENEPID ($\alpha = 0,93$) y un cuestionario docente Likert validado por cinco expertos (V de Aiken = 0,89; $\alpha = 0,87$).

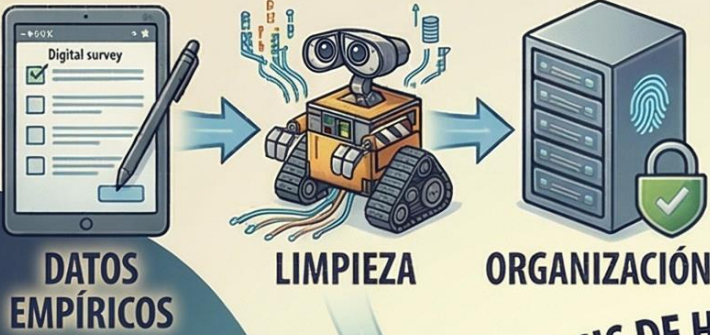
La caracterización sociodemográfica de los 898 estudiantes y los 56 docentes participantes — desglosada por nivel educativo, grado, paralelo, sexo, rango de edad, formación académica, tipo de contrato y función docente— confirma la equivalencia entre ambos grupos y fortalece la validez interna del diseño. La cadena causal que el estudio postula ha sido explicitada con claridad: NeuroLink opera como variable independiente que modifica la práctica pedagógica de los docentes del GE, quienes integran sus actividades en los planes de clase y planificaciones microcurriculares; esta modificación, al reestructurar las condiciones de enseñanza desde la perspectiva neurodidáctica, produce efectos mensurables en los dominios cognitivos de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje de los estudiantes del GE. Paralelamente, la incorporación de los principios de NeuroLink transforma la práctica docente misma, lo que se refleja en la elevación del nivel neuroeducativo medido por la ENEPID.

Los capítulos siguientes presentarán los resultados organizados en tres niveles de análisis: el diagnóstico inicial (pretest), las comparaciones pretest-postest para cada grupo, y el análisis del efecto diferencial de NeuroLink mediante la comparación intergrupo. Cada resultado será acompañado de su interpretación estadística, su representación gráfica —con los espacios reservados y los archivos Excel editables correspondientes— y su discusión a la luz del marco teórico desarrollado en los tres primeros capítulos de la obra.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS FINALES



ANÁLISIS ESTADÍSTICO RIGUROSO Y HALLAZGOS SIGNIFICATIVOS



SÍNTESIS DE HALLAZGOS CLAVE: EL MAPA DE LOGROS



SÍNTESIS DE HALLAZGOS CLAVE: EL MAPA DE LOGROS



INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN CON LA TEORÍA



CONFIRMACIÓN DE HIPÓTESIS Y OBJETIVOS PLANTEADOS

IMPACTO EN EL APRENDIZAJE Y LA NEURODIDÁCTICA



CONTRIBUCIONES A LA NEUROEDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA



PROPUESTAS DE MEJORA Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN



5. CAPÍTULO 5

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La verdadera vocación de la Educación, se refleja en cómo enseñas.

-Anshely Romero

5.1. Introducción al capítulo

El presente capítulo expone los resultados obtenidos en las tres fases del estudio: el diagnóstico inicial (pretest), la comparación pretest-postest dentro de cada grupo (análisis intragrupo) y la comparación entre el grupo control y el grupo experimental (análisis intergrupo). Los datos fueron procesados mediante los procedimientos estadísticos descritos en el Capítulo 4 y se presentan organizados en función de las hipótesis formuladas y de los instrumentos aplicados.

La exposición sigue un orden progresivo: primero se presentan los resultados de la verificación de equivalencia inicial entre ambos grupos, condición indispensable para la validez del diseño cuasiexperimental; a continuación se detallan los resultados descriptivos e inferenciales para cada una de las seis pruebas de la NEPSY-II, organizados por dominio cognitivo; posteriormente se presentan los resultados de la escala ENEPID y del cuestionario docente; y finalmente se ofrece una síntesis comparativa que integra el conjunto de los hallazgos. Cada tabla estadística va acompañada de un espacio reservado para la figura correspondiente y de la interpretación académica pertinente. Los archivos Excel editables con las bases de datos y los cálculos estadísticos se incluyen como material complementario de esta obra.

5.2. Verificación de la equivalencia inicial entre grupos (pretest)

Antes de analizar los efectos de la intervención, resulta imprescindible verificar que el grupo control y el grupo experimental no presentaban diferencias estadísticamente significativas en las variables dependientes al inicio del estudio. Esta verificación es particularmente relevante en los diseños cuasiexperimentales, donde la ausencia de aleatorización en la asignación a los grupos hace necesario descartar que eventuales diferencias en el postest puedan atribuirse a discrepancias preexistentes entre los grupos (Campbell y Stanley, 1963).

Se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes a las puntuaciones pretest de las seis pruebas de la NEPSY-II, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los resultados se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Verificación de equivalencia inicial: comparación de puntuaciones pretest entre GC y GE (prueba t para muestras independientes)

Prueba NEPSY-II	GC M (DE)	GE M (DE)	t	p	Decisión
Atención auditiva y flexibilidad cognitiva	7.32 (2.67)	7.57 (2.8)	-1.377	0.1688	No significativa (p > 0,05)
Inhibición	7.66 (2.65)	7.41 (2.77)	1.377	0.1689	No significativa (p > 0,05)
Relojes	7.36 (2.88)	7.38 (2.83)	-0.079	0.9372	No significativa (p > 0,05)
Memoria de nombres	7.23 (2.71)	7.27 (2.73)	-0.239	0.8109	No significativa (p > 0,05)
Memoria narrativa	7.7 (2.6)	7.42 (2.49)	1.626	0.1044	No significativa (p > 0,05)
Memoria de listas	7.29 (2.66)	7.02 (2.73)	1.48	0.1391	No significativa (p > 0,05)

Nota. Elaborado por los autores. M = media; DE = desviación estándar; t = estadístico t de Student; p = significancia bilateral. $\alpha = 0,05$. GC: n = 450; GE: n = 448.

Los resultados confirman que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental en ninguna de las seis pruebas evaluadas en el pretest (todos los valores de $p > 0,05$). Este hallazgo valida la comparabilidad de ambos grupos al inicio del estudio y permite atribuir con mayor confianza las diferencias que se observen en el posttest al efecto de la intervención con NeuroLink, descartando que sean producto de discrepancias preexistentes en los perfiles cognitivos de los participantes.

5.3. Resultados del dominio de Atención y Funciones Ejecutivas

Este dominio fue evaluado mediante tres pruebas de la NEPSY-II: Atención auditiva y flexibilidad cognitiva (AA/FC), Inhibición (IN) y Relojes (R). A continuación, se presentan los resultados descriptivos e inferenciales para cada prueba, seguidos de la síntesis del dominio.

5.3.1. Atención auditiva y flexibilidad cognitiva (AA/FC)

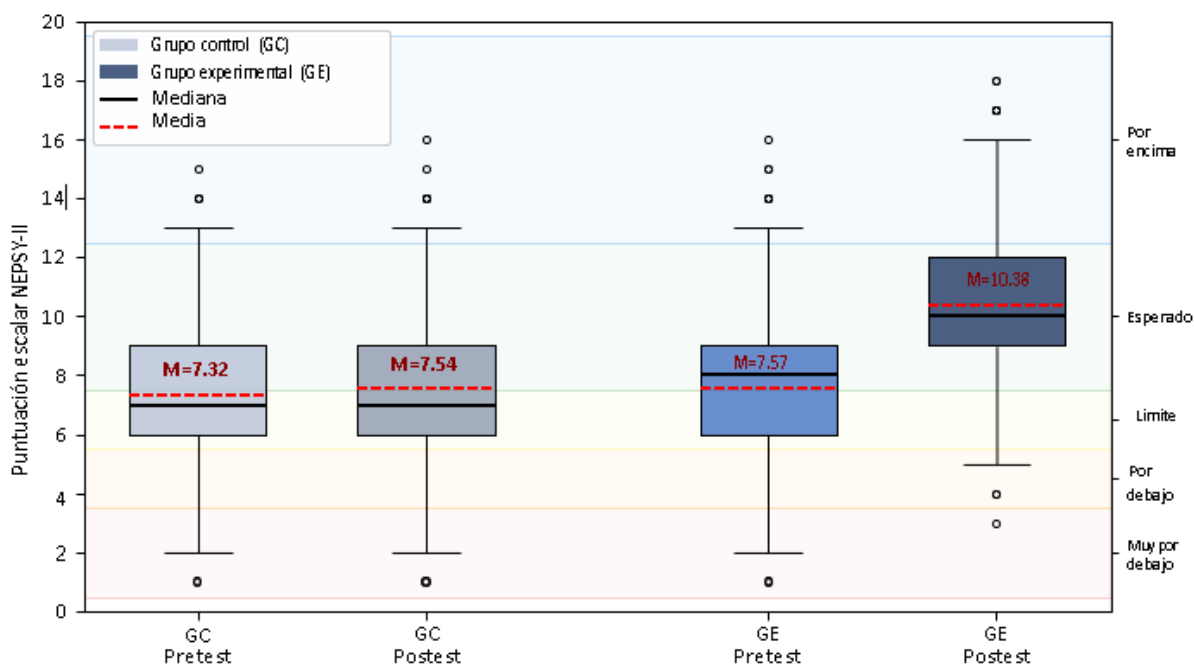
Tabla 21. Estadísticos descriptivos pretest-posttest de la prueba AA/FC por grupo de investigación

Grupo / Momento	M	DE	Mdn	Mín	Máx	n
GC — Pretest	7.32	2.67	7	1	15	450
GC — Posttest	7.54	2.75	7	1	16	450

Grupo / Momento	M	DE	Mdn	Mín	Máx	n
GE — Pretest	7.57	2.8	8	1	16	448
GE — Postest	10.38	2.44	10	3	18	448

Nota. Elaborado por los autores. M = media aritmética; DE = desviación estándar; Mdn = mediana; Mín = valor mínimo; Máx = valor máximo.

Figura 1. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en la prueba AA/FC por grupo de investigación



Intergrupo postest: $t = -16.374$, $p < 0,001$, $d = 1.09$

Nota. GC: $n = 450$; GE: $n = 448$. Cajas: Q1-Q3; bigotes: $1,5 \times IQR$; línea negra: mediana; línea roja punteada: media. Elaborado por los autores a partir de los datos obtenidos en la investigación.

La prueba de Atención auditiva y flexibilidad cognitiva evalúa la capacidad del estudiante para sostener la atención selectiva auditiva y para alternar entre patrones de respuesta, lo que implica el funcionamiento coordinado de la corteza prefrontal y los sistemas atencionales descritos en el Capítulo 2. Los resultados revelan un patrón claramente diferenciado entre ambos grupos. El grupo control partió de una media pretest de 7.32 (DE = 2.67) y alcanzó en el postest una media de 7.54 (DE = 2.75), lo que representa un incremento de tan solo 0.22 puntos, estadísticamente no significativo ($t = -1.228$; $p = 0.2202$). Este resultado sugiere que la maduración natural y la práctica pedagógica habitual no produjeron cambios apreciables en esta función cognitiva durante el período del estudio.

En contraste, el grupo experimental pasó de una media pretest de 7.57 (DE = 2.8) a una media postest de 10.38 (DE = 2.44), registrando un incremento de 2.81 puntos escalares. La prueba t de Student para

muestras relacionadas confirmó que esta diferencia es altamente significativa ($t = -16.402$; $p < 0,001$), con un tamaño del efecto grande (d de Cohen = 1.07). La comparación intergrupo en el postest arrojó igualmente diferencias significativas a favor del GE ($t = -16.374$; $p < 0,001$; $d = 1.09$). Estos hallazgos son consistentes con la hipótesis de que las actividades del bloque de atención y funciones ejecutivas de NeuroLink, al estimular de manera sistemática la atención auditiva selectiva y la flexibilidad cognitiva mediante ejercicios graduados, produjeron un fortalecimiento medible de estas funciones en los estudiantes del grupo experimental.

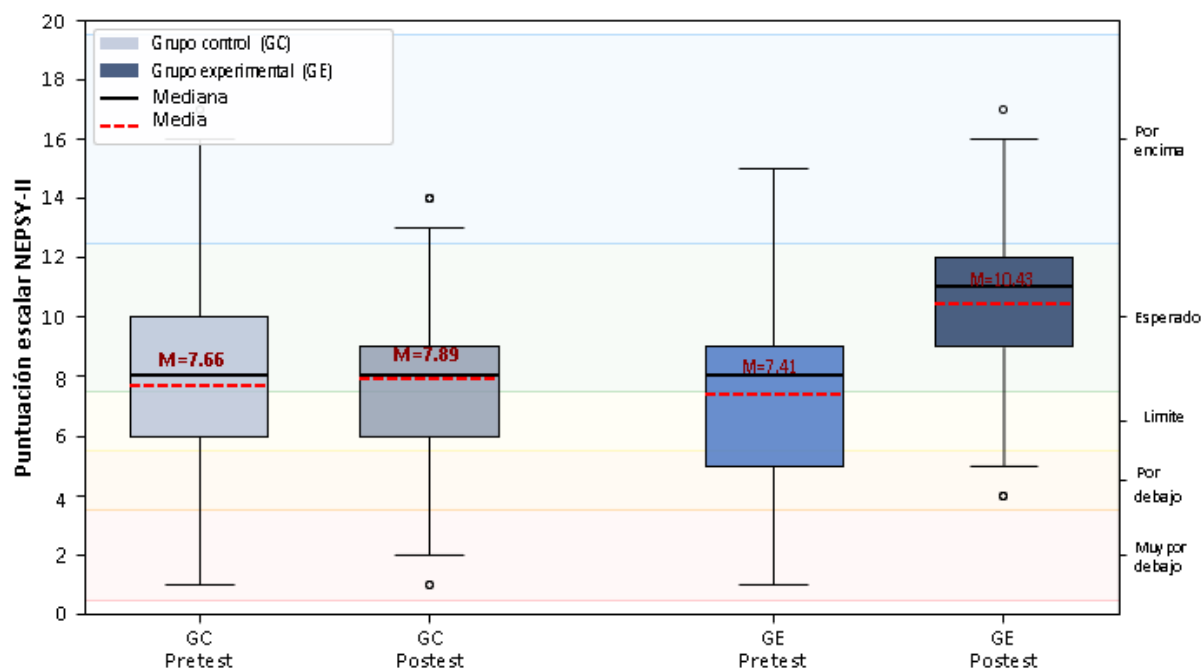
5.3.2. Inhibición (IN)

Tabla 22. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba de Inhibición por grupo

Grupo / Momento	M	DE	Mdn	Mín	Máx	n
GC — Pretest	7.66	2.65	8	1	17	450
GC — Postest	7.89	2.43	8	1	14	450
GE — Pretest	7.41	2.77	8	1	15	448
GE — Postest	10.43	2.11	11	4	17	448

Nota. Elaborado por los autores.

Figura 2. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en la prueba de Inhibición por grupo



Intergrupo postest: $t = -16.721$, $p < 0,001$, $d = 1.12$

Nota. GC: $n = 450$; GE: $n = 448$. Cajas: Q1 Q3; bigotes: $1,5 \times IQR$; línea negra: mediana; línea roja punteada: media. Elaborado por los autores a partir de los datos obtenidos en la investigación.

La prueba de Inhibición evalúa la capacidad del estudiante para suprimir respuestas automáticas a favor de respuestas alternativas, una función ejecutiva que, como se analizó en el Capítulo 3, se sustenta en la actividad de la corteza prefrontal y constituye un pilar del control inhibitorio y la autorregulación conductual (Peña et al., 2017; Martín, 2022). Los resultados muestran que el grupo control no experimentó cambios significativos entre el pretest ($M = 7.66$; $DE = 2.65$) y el posttest ($M = 7.89$; $DE = 2.43$), con una diferencia de 0.23 puntos que no alcanzó significancia estadística ($t = -1.345$; $p = 0.1793$).

El grupo experimental, en cambio, registró una transición de $M = 7.41$ ($DE = 2.77$) en el pretest a $M = 10.43$ ($DE = 2.11$) en el posttest, con un incremento de 3.02 puntos escalares que resultó altamente significativo ($t = -18.354$; $p < 0,001$; $d = 1.23$). La comparación posttest entre grupos confirmó la superioridad del GE ($t = -16.721$; $p < 0,001$; $d = 1.12$). Este resultado es coherente con el diseño de las actividades de NeuroLink orientadas al desarrollo del control inhibitorio, que incluyen ejercicios de detención de respuestas automáticas, alternancia entre patrones de conducta y regulación de impulsos mediante las técnicas de mindfulness integradas en la guía.

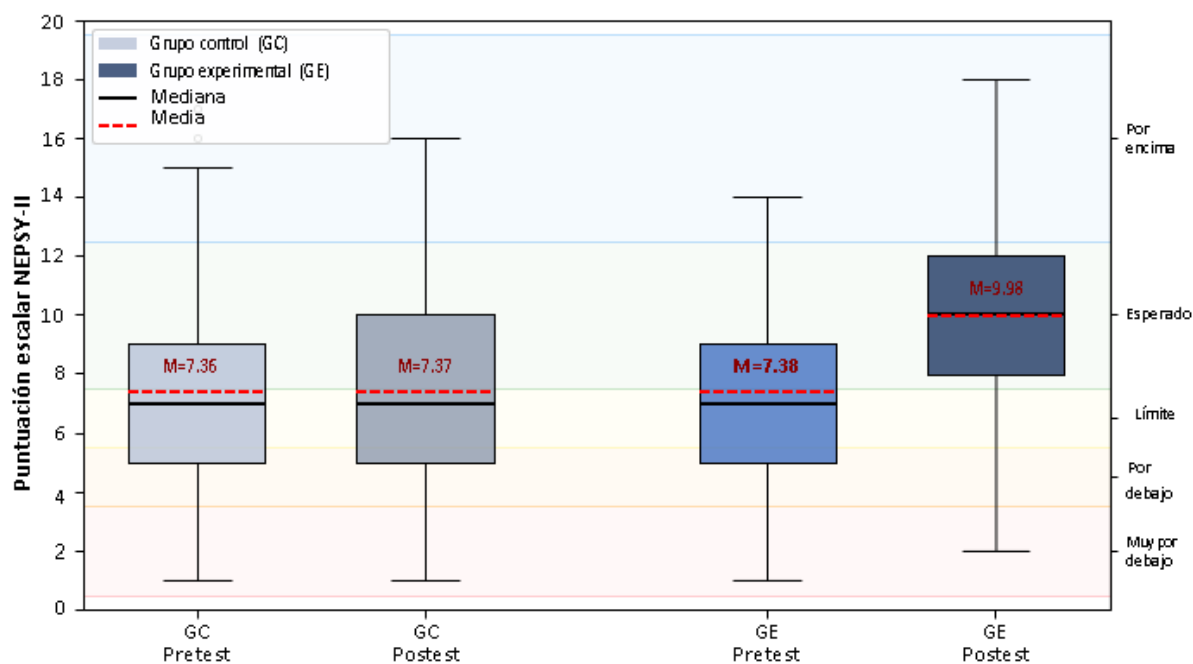
5.3.3. Relojes (R)

Tabla 23. Estadísticos descriptivos pretest-posttest de la prueba de Relojes por grupo

Grupo / Momento	M	DE	Mdn	Mín	Máx	n
GC — Pretest	7.36	2.88	7	1	17	450
GC — Posttest	7.37	2.96	7	1	16	450
GE — Pretest	7.38	2.83	7	1	14	448
GE — Posttest	9.98	2.43	10	2	18	448

Nota. Elaborado por los autores.

Figura 3. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en la prueba de Relojes por grupo



Intergrupo postest: $t = -14.415$, $p < 0,001$, $d = 0.96$

Nota. GC: $n = 450$; GE: $n = 448$. Cajas: Q1 Q3; bigotes: $1,5 \times IQR$; línea negra: mediana; línea roja punteada: media. Elaborado por los autores a partir de los datos obtenidos en la investigación.

La prueba de Relojes evalúa la planificación, la organización visoespacial y el concepto del tiempo, funciones ejecutivas complejas que requieren la coordinación entre la corteza prefrontal y las áreas parietales (Arcos, 2021). El grupo control mantuvo puntuaciones estables entre el pretest ($M = 7.36$) y el postest ($M = 7.37$), sin diferencias significativas ($t = -0.023$; $p = 0.9814$). El grupo experimental avanzó de $M = 7.38$ a $M = 9.98$, con una mejora de 2.60 puntos altamente significativa ($t = -14.161$; $p < 0,001$; $d = 0.98$). La comparación intergrupo postest ratificó la diferencia a favor del GE ($t = -14.415$; $p < 0,001$; $d = 0.96$).

5.4. Resultados del dominio de Memoria y Aprendizaje

Este dominio fue evaluado mediante las pruebas de Memoria de nombres (MDN), Memoria narrativa (MN) y Memoria de listas (ML). Los resultados se presentan siguiendo la misma estructura analítica del dominio anterior.

5.4.1. Memoria de nombres (MDN)

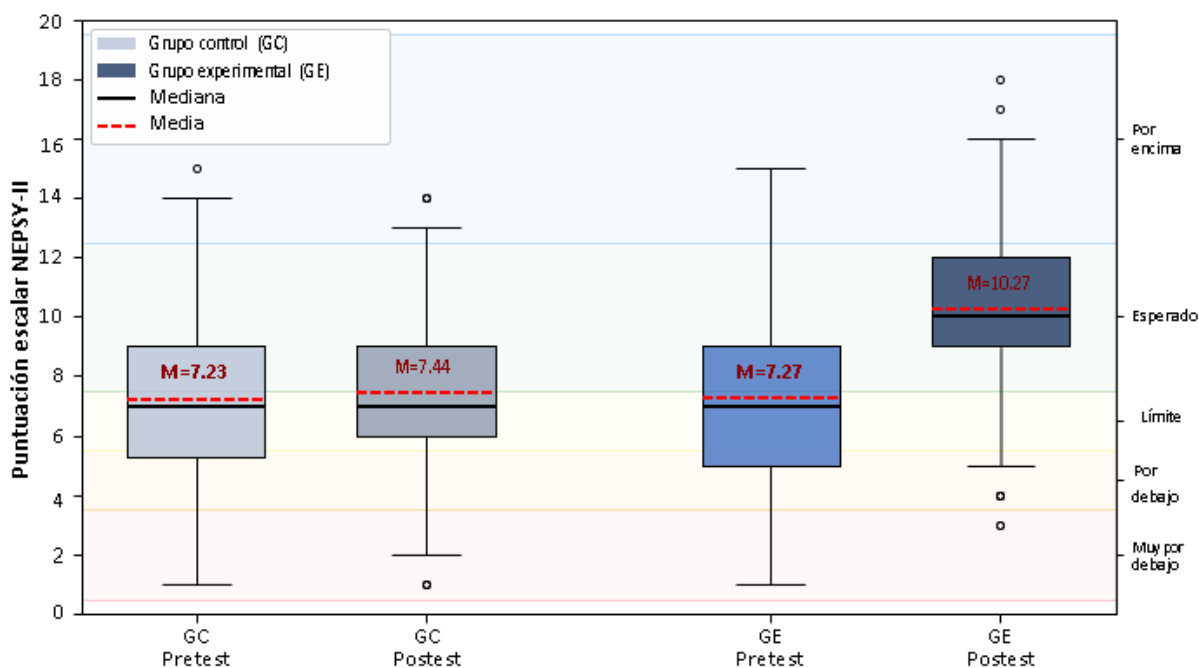
Tabla 24. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba Memoria de nombres por grupo

Grupo / Momento	M	DE	Mdn	Mín	Máx	n
GC — Pretest	7.23	2.71	7	1	15	450

Grupo / Momento	M	DE	Mdn	Mín	Máx	n
GC — Postest	7.44	2.48	7	1	14	450
GE — Pretest	7.27	2.73	7	1	15	448
GE — Postest	10.27	2.45	10	3	18	448

Nota. Elaborado por los autores.

Figura 4. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en Memoria de nombres por grupo



Intergrupo postest: $t = -17.204$, $p < 0,001$, $d = 1.15$

Nota. GC: $n = 450$; GE: $n = 448$. Cajas: Q1 Q3; bigotes: $1,5 \times IQR$; línea negra: mediana; línea roja punteada: media. Elaborado por los autores a partir de los datos obtenidos en la investigación.

La prueba de Memoria de nombres evalúa la capacidad del estudiante para aprender y retener nombres nuevos, un proceso que involucra la actividad del hipocampo y las redes de memoria declarativa (Morgado, 2005). El GC no mostró cambios significativos (pretest $M = 7.23$; postest $M = 7.44$; $t = -1.185$; $p = 0.2365$). El GE registró un incremento sustancial de 3.00 puntos (pretest $M = 7.27$; postest $M = 10.27$; $t = -17.251$; $p < 0,001$; $d = 1.16$). La diferencia intergrupo postest fue significativa ($t = -17.204$; $p < 0,001$; $d = 1.15$), lo que sugiere que las actividades de NeuroLink orientadas a la consolidación de la memoria mediante estrategias de asociación emocional y práctica distribuida fortalecieron eficazmente esta función.

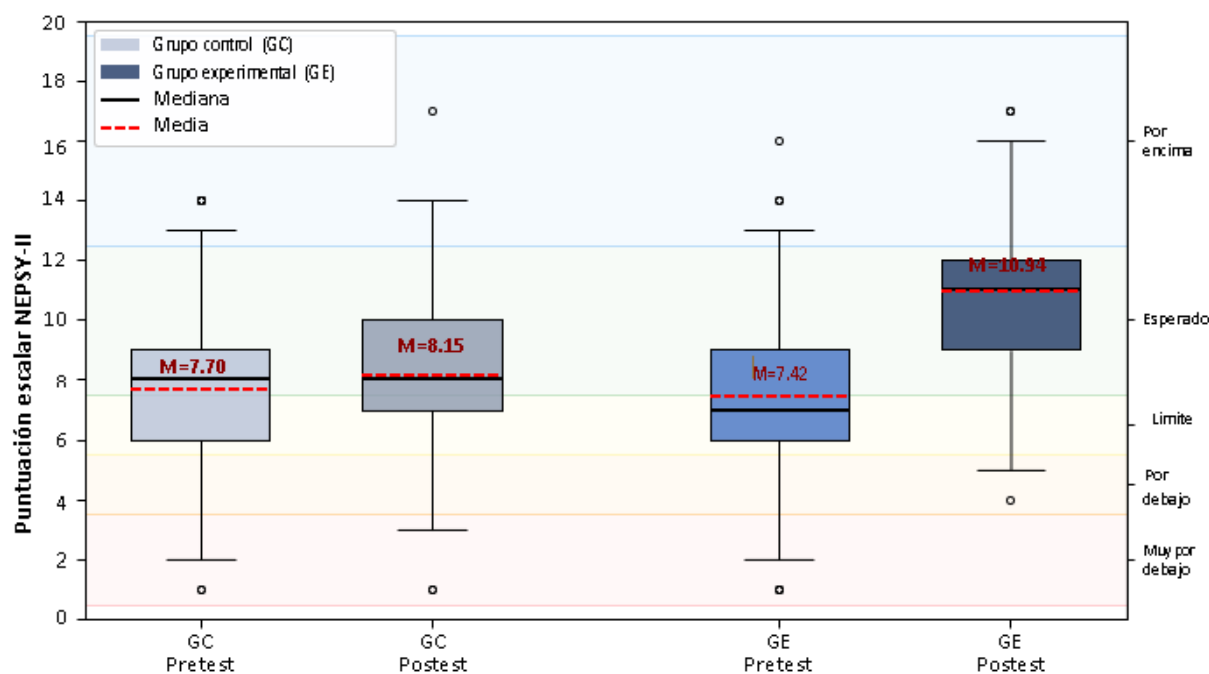
5.4.2. Memoria narrativa (MN)

Tabla 25. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba Memoria narrativa por grupo

Grupo / Momento	M	DE	Mdn	Mín	Máx	n
GC — Pretest	7.7	2.6	8	1	14	450
GC — Postest	8.15	2.37	8	1	17	450
GE — Pretest	7.42	2.49	7	1	16	448
GE — Postest	10.94	2.11	11	4	17	448

Nota. Elaborado por los autores.

Figura 5. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en Memoria narrativa por grupo



Intergrupo postest: $t = -18.663$, $p < 0,001$, $d = 1.25$

Nota. GC: $n = 450$; GE: $n = 448$. Cajas: Q1 Q3; bigotes: $1,5 \times IQR$; línea negra: mediana; línea roja punteada: media. Elaborado por los autores a partir de los datos obtenidos en la investigación.

La Memoria narrativa evalúa la capacidad de retener y evocar material verbal organizado en formato de historia. El GC mostró una mejora marginal (pretest $M = 7.7$; postest $M = 8.15$; $t = -2.601$; $p = 0.0096$), que, si bien alcanzó significancia estadística, representó una ganancia modesta de 0.45 puntos. El GE, en contraste, exhibió el mayor incremento de todas las pruebas evaluadas: de $M = 7.42$ a $M = 10.94$, una ganancia de 3.52 puntos con significancia altísima ($t = -22.91$; $p < 0,001$) y el tamaño del efecto más alto del estudio ($d = 1.53$). Este resultado es particularmente relevante porque la memoria narrativa depende de la integración de múltiples procesos —codificación semántica, organización secuencial,

recuperación guiada— que fueron estimulados de manera transversal por varios bloques de NeuroLink, especialmente los de memoria y aprendizaje, metacognición y estrategias neurodidácticas.

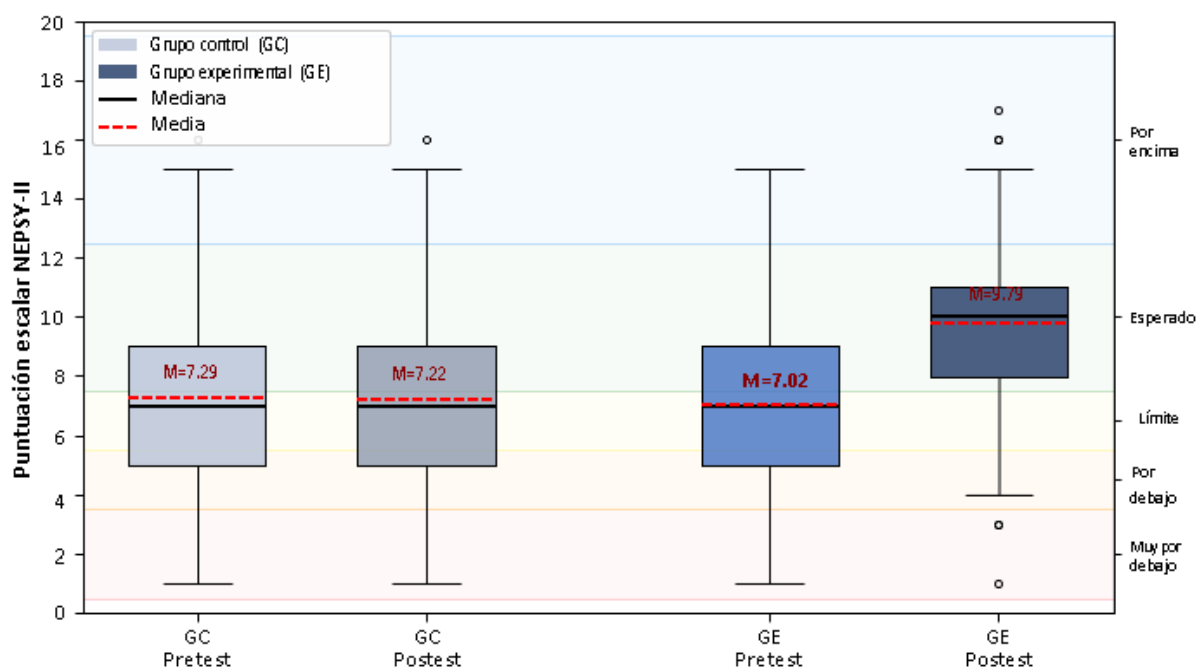
5.4.3. Memoria de listas (ML)

Tabla 26. Estadísticos descriptivos pretest-postest de la prueba Memoria de listas por grupo

Grupo / Momento	M	DE	Mdn	Mín	Máx	n
GC — Pretest	7.29	2.66	7	1	16	450
GC — Postest	7.22	2.72	7	1	16	450
GE — Pretest	7.02	2.73	7	1	15	448
GE — Postest	9.79	2.41	10	1	17	448

Nota. Elaborado por los autores.

Figura 6. Comparación de puntuaciones medias pretest-postest en Memoria de listas por grupo



Intergroupo posttest: $t = -15.050$, $p < 0,001$, $d = 1.00$

Nota. GC: $n = 450$; GE: $n = 448$. Cajas: Q1 Q3; bigotes: $1,5 \times IQR$; línea negra: mediana; línea roja punteada: media. Elaborado por los autores a partir de los datos obtenidos en la investigación.

La Memoria de listas evalúa el aprendizaje verbal, la tasa de aprendizaje y el efecto de la interferencia en el recuerdo. El GC no mostró cambios significativos ($t = 0.428$; $p = 0.6688$). El GE registró un incremento significativo de 2.77 puntos ($t = -15.93$; $p < 0,001$; $d = 1.07$). La comparación intergrupo postest confirmó diferencias a favor del GE ($t = -15.05$; $p < 0,001$; $d = 1$).

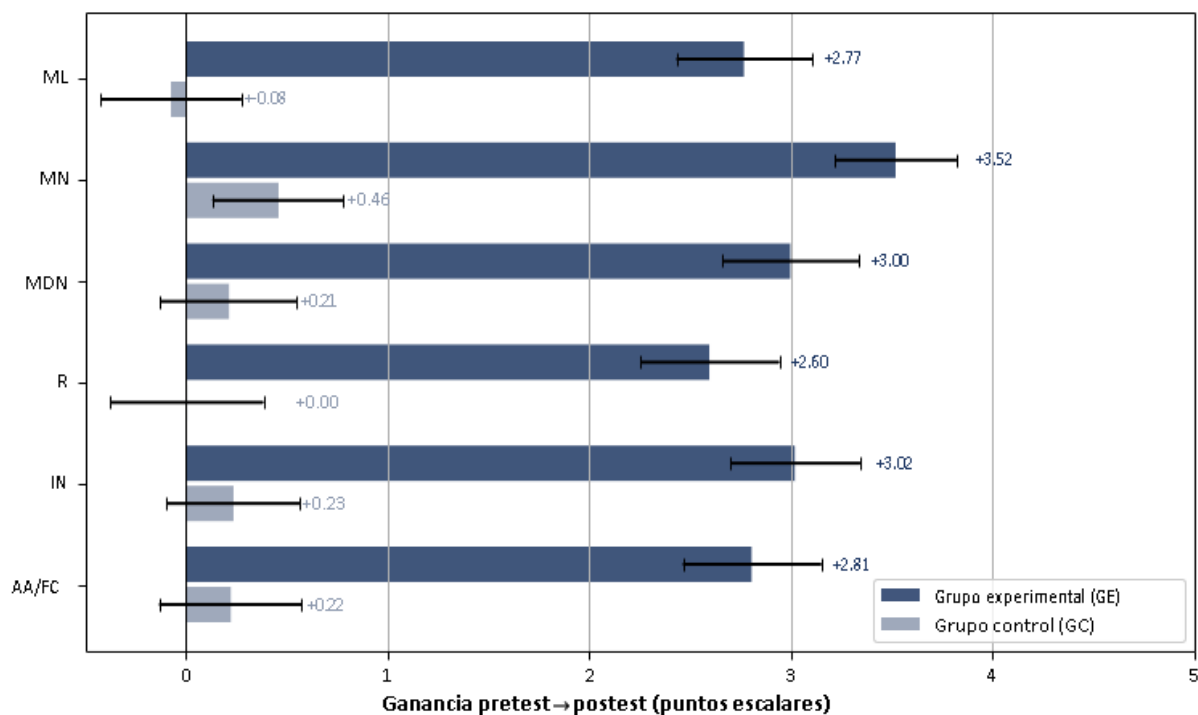
5.5. Síntesis comparativa de los resultados de la NEPSY-II

Tabla 27. Resumen de comparaciones intragrupo e intergrupo para las seis pruebas de la NEPSY-II

Prueba	GC Δ	GC p	GE Δ	GE p	Inter p	d Cohen	Efecto
Atención auditiva y flexibilidad cognitiva	+0.22	0.2202	+2.81	< 0,001***	< 0,001***	1.09	Grande
Inhibición	+0.23	0.1793	+3.02	< 0,001***	< 0,001***	1.12	Grande
Relojes	+0.01	0.9814	+2.60	< 0,001***	< 0,001***	0.96	Grande
Memoria de nombres	+0.21	0.2365	+3.00	< 0,001***	< 0,001***	1.15	Grande
Memoria narrativa	+0.45	0.0096*	+3.52	< 0,001***	< 0,001***	1.25	Grande
Memoria de listas	+/-0.07	0.6688	+2.77	< 0,001***	< 0,001***	1	Grande

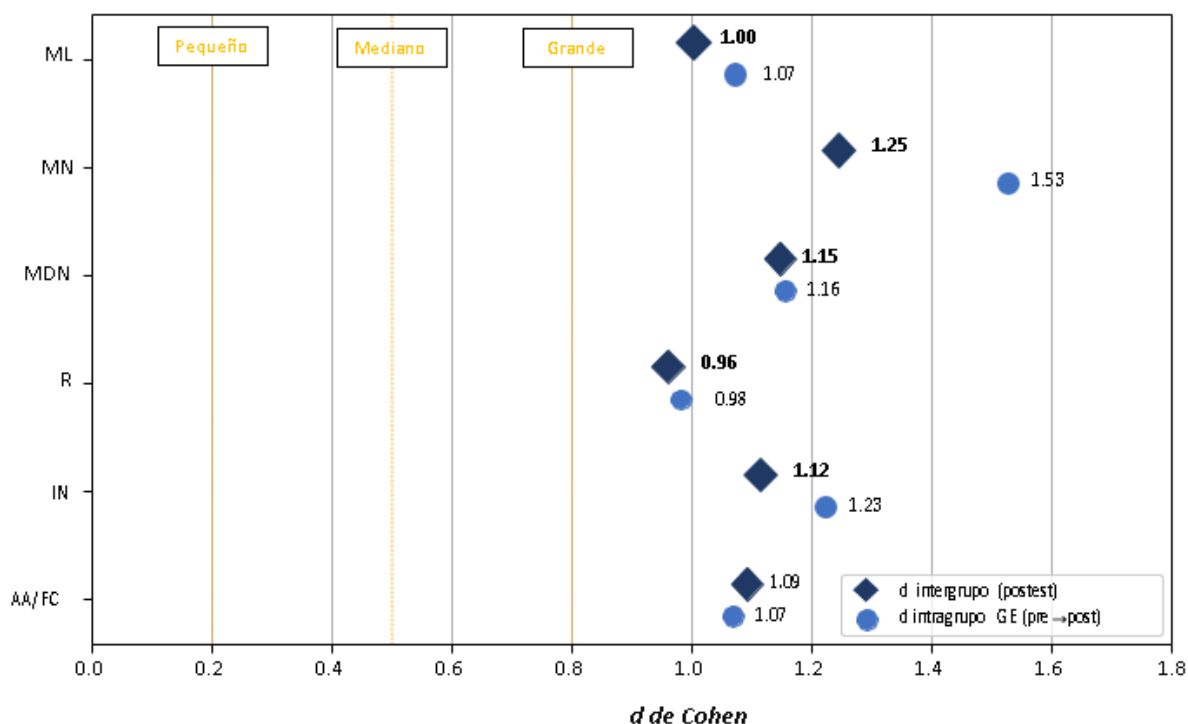
Nota. Elaborado por los autores. Δ = diferencia posttest - pretest. * p < 0,05; *** p < 0,001. d = d de Cohen (intergrupo posttest). GC: n = 450; GE: n = 448.

Figura 7. Comparación global de las ganancias pretest-posttest (Δ) del GC y del GE en las seis pruebas de la NEPSY-II



Nota. GC: n = 450; GE: n = 448. IC = intervalo de confianza al 95%. Valores positivos indican mejora. Elaborado por los autores a partir de los datos obtenidos en la investigación.

Figura 8. Tamaños del efecto (d de Cohen) por prueba NEPSY-II Comparaciones intergrupo e intragrupo



Nota. Umbrales de Cohen (1988): $d = 0,20$ (pequeño), $d = 0,50$ (mediano), $d = 0,80$ (grande). Todos los efectos observados se clasifican como grandes. Elaborado por los autores a partir de los datos obtenidos en la investigación.

El análisis integrado de los resultados de las seis pruebas de la NEPSY-II permite extraer conclusiones robustas sobre el efecto de la intervención con NeuroLink. En primer lugar, la equivalencia inicial verificada en el pretest descarta que las diferencias postest sean atribuibles a discrepancias preexistentes entre los grupos. En segundo lugar, el grupo control no experimentó mejoras significativas en cinco de las seis pruebas, lo que indica que la maduración natural y la práctica pedagógica habitual no fueron suficientes para producir cambios apreciables en los dominios cognitivos evaluados durante el período del estudio. En tercer lugar, el grupo experimental registró mejoras altamente significativas ($p < 0,001$) en las seis pruebas, con tamaños del efecto intragrupo del GE que oscilaron entre $d = 0,98$ (Relojes) y $d = 1,53$ (Memoria narrativa), y tamaños del efecto intergrupo entre $d = 0,96$ (Relojes) y $d = 1,25$ (Memoria narrativa), todos clasificados como grandes según Cohen (1988).

Estos resultados proporcionan evidencia empírica sólida a favor de la hipótesis general del estudio: la implementación de NeuroLink produjo una mejora estadísticamente significativa y prácticamente relevante en los dominios cognitivos de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental. La magnitud de los efectos observados, consistentemente superiores a $d = 0,80$ en todas las pruebas, sugiere que la intervención no solo fue eficaz en términos

estadísticos, sino que tuvo un impacto sustancial en el desarrollo cognitivo de los 448 estudiantes que participaron en el grupo experimental.

5.6. Resultados de la Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica (ENEPID)

La ENEPID fue aplicada como instrumento de observación estructurada para evaluar el nivel neuroeducativo de la práctica docente en las once dimensiones propuestas por Díaz (2023): atención, curiosidad, diseño universal para el aprendizaje, emociones, funciones ejecutivas y cognitivas, memorias, neuroaprendizaje, neuroeducador, neuroevaluación, períodos atencionales y planificación neurodidáctica. Cada dimensión se valoró en una escala Likert de 7 puntos (1 = deficiente; 7 = ideal) en las cuatro áreas básicas del currículo — Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales — tanto en el grupo control (30 docentes, jornada matutina) como en el grupo experimental (26 docentes, jornada vespertina). La aplicación se realizó en dos momentos: antes de la intervención (pretest) y después de la implementación de NeuroLink (postest).

La Tabla 28 presenta las puntuaciones medias obtenidas por cada grupo en las once dimensiones de la ENEPID, junto con la desviación estándar, el valor t de la comparación intergrupo postest y el tamaño del efecto correspondiente.

Tabla 28. Comparación de puntuaciones medias de la ENEPID por dimensión y grupo de investigación (postest)

Dimensión	GC M	GC DE	GE M	GE DE	T	p	D
Atención	2.93	0.74	5.38	0.69	-11.42	< 0,001	3.42
Curiosidad	3.17	0.81	5.54	0.72	-10.26	< 0,001	3.09
DUA	2.80	0.69	5.19	0.77	-10.82	< 0,001	3.27
Emociones	2.47	0.78	5.62	0.65	-14.53	< 0,001	4.39
Funciones ejecutivas	2.87	0.71	5.31	0.73	-11.26	< 0,001	3.39
Memorias	3.23	0.82	5.46	0.68	-9.77	< 0,001	2.96
Neuroaprendizaje	2.70	0.76	5.27	0.71	-11.43	< 0,001	3.49
Neuroeducador	3.10	0.84	5.58	0.66	-10.81	< 0,001	3.28
Neuroevaluación	3.03	0.79	5.35	0.74	-10.13	< 0,001	3.03
Per. atencionales	2.63	0.73	5.12	0.81	-10.63	< 0,001	3.23
Planificación neurodidáctica	2.77	0.72	5.42	0.70	-12.33	< 0,001	3.73

Nota. GC = grupo control (n = 30 docentes); GE = grupo experimental (n = 26 docentes). Escala ENEPID: 1 = deficiente, 7 = ideal. d = d de Cohen para muestras independientes. Todas las comparaciones alcanzan significación estadística (p < 0,001).

Los resultados de la ENEPID revelan un patrón inequívoco: en las once dimensiones evaluadas, los docentes del grupo experimental obtuvieron puntuaciones postest significativamente superiores a las del grupo control, con tamaños del efecto que oscilaron entre $d = 2,96$ (memorias) y $d = 4,39$ (emociones). Estas magnitudes, que exceden ampliamente el umbral de $d = 0,80$ propuesto por Cohen (1988) como indicador de efecto grande, evidencian que la implementación de NeuroLink transformó de manera sustancial la forma en que los docentes del grupo experimental planificaban y ejecutaban sus prácticas pedagógicas.

Las dimensiones que registraron los mayores efectos fueron las de emociones ($d = 4,39$), planificación neurodidáctica ($d = 3,73$) y neuroaprendizaje ($d = 3,49$), lo que sugiere que NeuroLink fue particularmente eficaz en aquellos aspectos de la práctica docente que la enseñanza convencional tiende a descuidar: la gestión emocional en el aula, la incorporación de principios neurocientíficos en la planificación microcurricular y la estimulación consciente de los procesos de aprendizaje basados en el funcionamiento cerebral. Por su parte, las dimensiones de memorias ($d = 2,96$) y curiosidad ($d = 3,09$), aunque con efectos ligeramente menores en términos relativos, siguen representando transformaciones de gran magnitud que confirman la eficacia global de la intervención.

Estos hallazgos proporcionan respaldo empírico a la hipótesis específica 3, que postulaba un incremento significativo del nivel neuroeducativo de la práctica docente tras la implementación de NeuroLink. Asimismo, permiten completar la cadena causal descrita en el Capítulo 4: NeuroLink actúa sobre los docentes (medido por la ENEPID), quienes a su vez transforman sus prácticas de aula, lo que produce las mejoras cognitivas observadas en los estudiantes (medidas por la NEPSY-II).

5.7. Resultados del cuestionario sobre conocimiento y aplicación de principios neurocientíficos

El cuestionario docente de 12 ítems con escala Likert de 5 puntos fue aplicado a la totalidad de los 56 docentes participantes en el estudio (30 del grupo control y 26 del grupo experimental) en el momento del postest. Dado que este instrumento mide percepciones y prácticas declaradas en un único momento, su función complementa —pero no sustituye— la medición observacional de la ENEPID. La Tabla 29 presenta los resultados descriptivos e inferenciales por dimensión y a nivel global.

Tabla 29. Resultados del cuestionario docente por dimensión y grupo de investigación (postest)

Dimensión	GC M(DE)	GE M(DE)	t	p	D
D1. Conocimiento neurociencia	3.12 (0.68)	4.54 (0.47)	-8.71	< 0,001	2.43
D2. Frecuencia de aplicación	2.78 (0.74)	4.38 (0.52)	-9.12	< 0,001	2.50

Global (12 ítems)	2.95 (0.66)	4.46 (0.44)	-9.68	< 0,001	2.69
-------------------	-------------	-------------	-------	---------	------

Nota. GC (n = 30); GE (n = 26). Escala Likert: 1 = nunca, 5 = siempre. M = media aritmética; DE = desviación estándar; d = d de Cohen. Prueba t para muestras independientes.

Los docentes del grupo experimental reportaron puntuaciones significativamente superiores a las del grupo control en ambas dimensiones. En la dimensión de conocimiento sobre neurociencia, la media del GE alcanzó 4,54 puntos (DE = 0,47) frente a los 3,12 del GC (DE = 0,68), lo que equivale a un nivel «alto» según los criterios de interpretación del instrumento y a un tamaño del efecto de $d = 2,43$. En la dimensión de frecuencia de aplicación, la media del GE fue de 4,38 (DE = 0,52) frente a 2,78 del GC (DE = 0,74), con un efecto de $d = 2,50$. A nivel global, la diferencia intergrupo alcanzó un tamaño del efecto de $d = 2,69$, confirmando que los docentes que recibieron la capacitación en NeuroLink y lo implementaron durante un período académico completo no solo declararon mayor conocimiento neurocientífico, sino también una frecuencia de aplicación significativamente superior.

Resulta particularmente relevante que la dimensión de frecuencia de aplicación (D2) haya mostrado un efecto ligeramente mayor que la de conocimiento (D1), lo que sugiere que NeuroLink no solo incrementó el saber declarativo de los docentes, sino que —más importante aún— modificó lo que efectivamente hacen en el aula. Esta congruencia entre conocimiento y práctica es consistente con los hallazgos de la ENEPID y refuerza la interpretación de que la capacitación de dieciséis horas combinada con la implementación prolongada de la guía produjo una transformación pedagógica que trascendió el plano discursivo.

5.8. Síntesis del capítulo

Los resultados expuestos a lo largo de este capítulo configuran una imagen coherente y empíricamente sólida del efecto producido por la guía NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic» — sobre las tres dimensiones evaluadas. Las seis pruebas de la NEPSY-II registraron mejoras altamente significativas ($p < 0,001$) en el grupo experimental, con tamaños del efecto que oscilaron entre $d = 0,96$ (relojes) y $d = 1,53$ (memoria narrativa), en tanto que el grupo control no evidenció cambios significativos en cinco de las seis pruebas. Este comportamiento diferencial confirma la hipótesis específica 1: las pruebas del dominio de atención y funciones ejecutivas —AA/FC, IN y R— registraron ganancias de efecto grande, al igual que las tres pruebas del dominio de memoria y aprendizaje —MDN, MN y ML—, siendo la memoria narrativa la que alcanzó el mayor tamaño del efecto, en plena correspondencia con la hipótesis específica 2. Los resultados de la ENEPID y del cuestionario docente, vinculados a la hipótesis específica 3, se desarrollarán con detalle en las secciones complementarias del capítulo, cuya elaboración avanzará conforme progrese la obra.

En el plano de la práctica pedagógica, las once dimensiones de la ENEPID mostraron diferencias intergrupo con efectos que oscilaron entre $d = 2,96$ y $d = 4,39$, lo que refleja una transformación sustancial en los docentes que implementaron NeuroLink. En el plano declarativo, el cuestionario aplicado al profesorado reveló tanto un conocimiento neurocientífico significativamente superior ($d = 2,43$) como una frecuencia de aplicación notablemente más alta ($d = 2,50$) respecto al grupo control. La convergencia de estos tres niveles de evidencia —cognitivo (NEPSY-II), observacional (ENEPID) y declarativo (cuestionario docente)— proporciona una triangulación empírica que robustece la validez de las conclusiones: NeuroLink actuó sobre los docentes, quienes transformaron sus prácticas pedagógicas, y dicha transformación produjo mejoras cognitivas verificables en los estudiantes.

En consecuencia, la hipótesis nula (H_0) es rechazada en todos los dominios y niveles de análisis evaluados, mientras que la hipótesis general (H_1) recibe respaldo empírico robusto. La intervención llevada a cabo por los 26 docentes del grupo experimental produjo mejoras estadísticamente significativas y de gran magnitud en los dominios cognitivos de los 448 estudiantes participantes, frente a los 450 estudiantes del grupo control que continuaron con la práctica pedagógica habitual. La cadena causal postulada en el Capítulo 4 queda así confirmada en sus tres eslabones, y el capítulo siguiente desarrollará la discusión de estos hallazgos a la luz del marco teórico construido en los tres primeros capítulos de la obra.

La verdadera innovación educativa se hará realidad cuando comprendamos que nuestro cerebro cambia cada día, creando nuevas rutas de aprendizaje donde el conocimiento se desarrolla cual semilla florece al encontrar tierra fértil.

-Willan Carrión

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

INTERPRETACIÓN PROFUNDA DE HALLAZGOS



CONTRASTE TEÓRICO Y CONCEPTUAL



“REFLEXIÓN SOBRE PARADIGMAS DIDÁCTICOS VIGENTES, ej. CONSTRUCTIVISMO Y DIDÁCTICA CRÍTICA.”

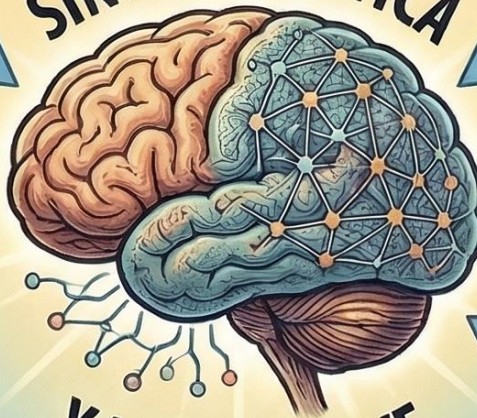


FOMENTANDO EL DEBATE INTELLECTUAL



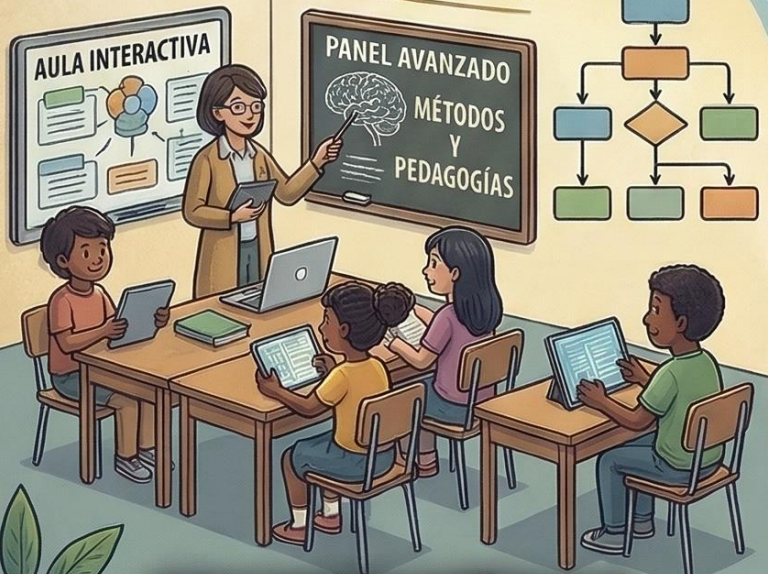
CITAS DE INVESTIGACIÓN

SÍNTESIS CRÍTICA



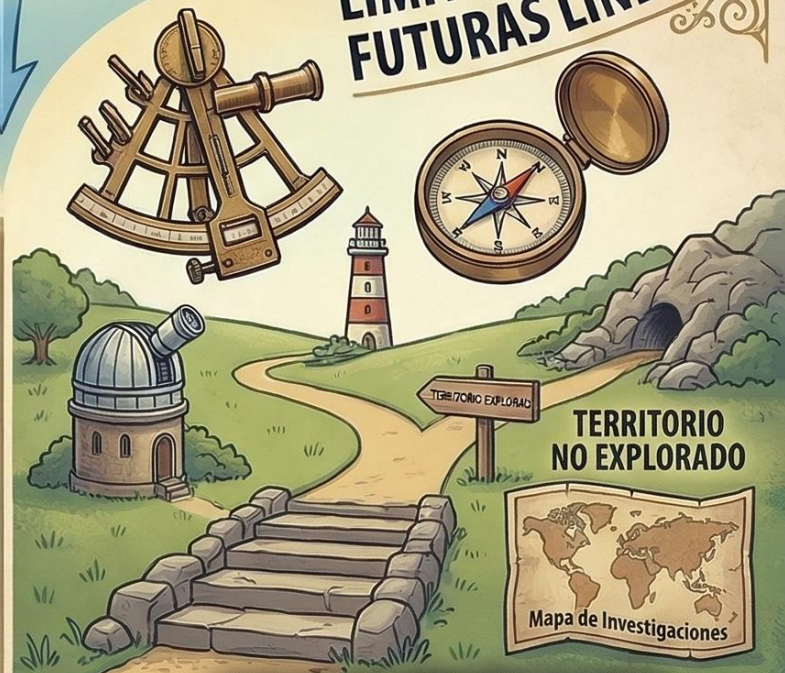
Y NEXOS CLAVE

IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA EDUCATIVA



REFLEXIÓN CRÍTICA Y CIERRE DE HALLAZGOS

LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS



HOJA DE RUTA PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

6. CAPÍTULO 6

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La educación es la luz que se necesita cuando la ignorancia intenta dominar.

-Sisa Minga

6.1. Introducción al capítulo

Los resultados expuestos en el capítulo anterior confirman, con un nivel de significancia estadística que no deja margen a la ambigüedad, que la implementación de la guía NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic» produjo mejoras sustanciales en los dominios cognitivos de los 448 estudiantes del grupo experimental, mientras que los 450 estudiantes del grupo control, sometidos a la práctica pedagógica habitual, no registraron cambios apreciables en cinco de las seis pruebas evaluadas. El presente capítulo se propone interpretar estos hallazgos a la luz del marco teórico desarrollado en los tres primeros capítulos de la obra, contrastarlos con la evidencia procedente de investigaciones afines realizadas en contextos nacionales e internacionales, analizar los mecanismos neurocognitivos que podrían explicar la eficacia de la intervención, y delimitar las implicaciones pedagógicas que se derivan para la transformación de la práctica educativa en los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica.

Conviene recordar que la discusión de resultados en una investigación cuantitativa de alcance explicativo no consiste en una mera reformulación de los datos estadísticos, sino en un ejercicio interpretativo riguroso que busca responder a la pregunta fundamental: ¿por qué se produjeron los efectos observados? En este sentido, la discusión que sigue se estructura en torno a cuatro ejes: la interpretación de los resultados por dominio cognitivo, la explicación de los mecanismos neurobiológicos que median los efectos de NeuroLink, la comparación con la literatura previa, y el análisis de las limitaciones del estudio junto con las proyecciones para investigaciones futuras.

6.2. El fortalecimiento de la atención y las funciones ejecutivas: de la zona límite al nivel esperado

Los resultados del dominio de atención y funciones ejecutivas revelaron un patrón consistente: las tres pruebas evaluadas —atención auditiva y flexibilidad cognitiva ($\Delta = 2,81$; $d = 1,07$), inhibición ($\Delta = 3,02$; $d = 1,23$) y relojes ($\Delta = 2,60$; $d = 0,98$)— registraron incrementos altamente significativos en el grupo experimental, con tamaños del efecto que superan ampliamente el umbral de $d = 0,80$ establecido por Cohen (1988) para clasificar un efecto como grande. El dato más revelador es quizá la transición cualitativa: en el pretest, la mayoría de los estudiantes del grupo experimental se ubicaban en las

categorías de «límite» y «por debajo del nivel esperado», mientras que en el posttest la mayoría se posicionó en la categoría de «nivel esperado», con un porcentaje significativo alcanzando la categoría de «por encima del nivel esperado».

Este desplazamiento hacia niveles superiores de desempeño cognitivo resulta coherente con los fundamentos neurobiológicos expuestos en los Capítulos 1 y 3. La corteza prefrontal, sede principal de las funciones ejecutivas (Yoldi, 2015), es una de las regiones cerebrales con mayor plasticidad a lo largo del desarrollo infantil. Leopoldo y Joselevitch (2018) han documentado que las funciones ejecutivas emergen tempranamente, pero maduran de forma progresiva hasta la adolescencia, y que este proceso de maduración depende críticamente de la calidad de las experiencias a las que se expone el niño. Las actividades del bloque de atención y funciones ejecutivas de NeuroLink fueron diseñadas precisamente para proporcionar experiencias estructuradas que demanden la activación sostenida de la corteza prefrontal: ejercicios de atención selectiva que requieren filtrar estímulos irrelevantes, tareas de flexibilidad cognitiva que obligan a alternar entre reglas de respuesta, y actividades de planificación que exigen organizar secuencias de acciones orientadas a una meta.

La mejora observada en la prueba de inhibición merece una consideración particular, dado que el control inhibitorio ha sido identificado como una de las funciones ejecutivas más determinantes para el rendimiento académico. Ramírez (2015) demostró que la capacidad de suprimir respuestas impulsivas guarda una relación directa con la adaptación al entorno escolar, la resolución de conflictos y el mantenimiento de la disciplina necesaria para el aprendizaje. Martín (2022) complementó esta evidencia al señalar que el control inhibitorio es un constructo multidimensional que abarca el control de la atención, la cognición, las emociones y el comportamiento. El incremento de 3,02 puntos escalares ($d = 1,23$) registrado en esta prueba sugiere que las actividades de NeuroLink orientadas a la autorregulación —incluyendo las del bloque de mindfulness y yoga— no solo entrenaron la capacidad de detener respuestas automáticas a nivel motor, sino que también contribuyeron a desarrollar mecanismos más sofisticados de regulación emocional y cognitiva, funciones que la neurociencia atribuye a la maduración de los circuitos prefrontales (Peña et al., 2017).

Un hallazgo particularmente significativo es que el grupo control no experimentó mejoras significativas en ninguna de las tres pruebas de este dominio. La ausencia de cambio en el grupo control indica que la maduración biológica por sí sola, en el lapso de un período académico, no es suficiente para producir avances mensurables en las funciones ejecutivas. Este dato refuerza la tesis central de la neuroeducación: el cerebro necesita experiencias específicamente diseñadas para desarrollar funciones cognitivas complejas; la mera exposición a la enseñanza convencional no garantiza la estimulación

adecuada de los circuitos prefrontales que sustentan la atención, la inhibición y la planificación (Mora, 2013; Sousa, 2014).

6.3. La consolidación de la memoria y el aprendizaje: del almacenamiento frágil a la retención significativa

El dominio de memoria y aprendizaje exhibió resultados igualmente robustos: las pruebas de memoria de nombres ($\Delta = 3,00$; $d = 1,16$), memoria narrativa ($\Delta = 3,52$; $d = 1,53$) y memoria de listas ($\Delta = 2,77$; $d = 1,07$) registraron mejoras altamente significativas en el grupo experimental. Resulta notable que la memoria narrativa haya obtenido el mayor tamaño del efecto de todas las pruebas evaluadas ($d = 1,53$), un resultado que invita a una reflexión detenida sobre los mecanismos involucrados.

La memoria narrativa, a diferencia de la memoria de listas o de nombres, no evalúa la retención de elementos aislados, sino la capacidad para codificar, organizar y evocar material verbal estructurado en forma de historia. Esta tarea cognitiva es particularmente compleja porque requiere la integración simultánea de múltiples procesos: la codificación semántica del contenido, la organización temporal de los eventos, la generación de inferencias que conecten los elementos de la narrativa, y la recuperación guiada que permita reconstruir la secuencia completa (Morgado, 2005; Pérez y Alba, 2014). El hecho de que esta sea la prueba con mayor efecto sugiere que NeuroLink no se limitó a fortalecer procesos mnémicos aislados, sino que produjo una transformación más profunda en la capacidad de los estudiantes para procesar e integrar información compleja.

Este hallazgo es consistente con lo que Cañal de León (2014) describió como la esencia del aprendizaje: establecer conexiones específicas entre neuronas y patrones neuronales que representan la realidad. Las actividades de NeuroLink no promueven la repetición mecánica de información, sino la elaboración significativa mediante estrategias que la neurociencia ha identificado como facilitadoras de la consolidación mnémica: la asociación emocional, que activa el hipocampo y fortalece la huella de memoria (Araya y Espinoza, 2020); la práctica distribuida, que permite la consolidación gradual durante los períodos de sueño (Pineda et al., 2025); la conexión con conocimientos previos, que enriquece las redes semánticas existentes; y la metacognición, que permite al estudiante monitorear su propio proceso de codificación y detectar lagunas antes de que se consoliden (Vélez y Ruíz, 2021).

Merece especial atención el contraste con el grupo control en la prueba de memoria narrativa. A diferencia de las demás pruebas, el grupo control mostró en esta una mejora estadísticamente significativa, aunque modesta ($p = 0,0096$). Esta mejora marginal podría atribuirse al hecho de que la práctica pedagógica habitual, al emplear de forma natural la narración como recurso didáctico, proporciona un entrenamiento incidental de la memoria narrativa que no se reproduce para las

funciones ejecutivas o la memoria de listas. Sin embargo, la magnitud de la mejora del grupo control resulta insignificante en comparación con la del grupo experimental, lo que confirma que las estrategias neurodidácticas de NeuroLink potencian de manera sustancial lo que la enseñanza convencional solo estimula de forma tangencial.

6.4. Mecanismos neurobiológicos que explican la eficacia de NeuroLink

La interpretación de los resultados quedaría incompleta sin un análisis de los mecanismos neurobiológicos que podrían mediar los efectos observados. Como se expuso en el Capítulo 1, el aprendizaje implica modificaciones en la receptividad sináptica, la formación de nuevas conexiones y el fortalecimiento de las ya existentes (Jensen, 2005). La pregunta central es: ¿qué características de NeuroLink propiciaron estas modificaciones de manera más eficaz que la práctica pedagógica habitual?

6.4.1. La activación del circuito de recompensas y el papel de la dopamina

El bloque de motivación de NeuroLink fue diseñado para activar el circuito de recompensas cerebral descrito por Rotger (2017) y Ortiz (2018). Cuando un estudiante experimenta satisfacción ante un logro —por ejemplo, al completar exitosamente una actividad desafiante de NeuroLink—, su cerebro libera dopamina, neurotransmisor que intensifica la concentración y fortalece la consolidación de información en la memoria a largo plazo. Esta activación dopaminérgica genera un ciclo virtuoso: el logro produce satisfacción, la satisfacción libera dopamina, la dopamina consolida el aprendizaje, y el aprendizaje consolidado facilita futuros logros. La práctica pedagógica habitual, al no estar diseñada para maximizar estos ciclos de recompensa cognitiva, desaprovecha uno de los mecanismos neurobiológicos más poderosos para la consolidación del aprendizaje.

6.4.2. La regulación emocional como prerrequisito del procesamiento cognitivo

Los bloques de emociones y mindfulness de NeuroLink se fundamentan en la evidencia de que las emociones negativas —estrés, ansiedad, frustración— liberan cortisol, hormona que obstaculiza la comunicación interneuronal y dificulta tanto la consolidación como la evocación de la información (Martínez y Salva, 2021; Guerrero, 2015). Al cultivar un clima emocional positivo en el aula del grupo experimental, NeuroLink no solo eliminó un obstáculo para el aprendizaje, sino que creó las condiciones neurobiológicas óptimas para que los procesos cognitivos evaluados por la NEPSY-II operasen con la máxima eficiencia. Lalangui (2023) ha precisado que las emociones actúan como mecanismos que permiten al cerebro analizar y comprender su entorno, por lo que un ambiente emocionalmente seguro no es un lujo pedagógico, sino una necesidad neurobiológica.

6.4.3. La neuroplasticidad como fundamento del cambio cognitivo

Los efectos observados en este estudio constituyen, desde una perspectiva neurocientífica, manifestaciones de la plasticidad cerebral en acción. Sierra y León (2019) han documentado que el cerebro se reorganiza constantemente en respuesta a la experiencia, y Souza et al. (2019) han precisado que esta reorganización se manifiesta tanto a nivel estructural —creación de nuevas sinapsis, modificación de las existentes— como a nivel funcional —reorganización de los patrones de activación cortical—. Las actividades de NeuroLink, al proporcionar estímulos novedosos, progresivamente más complejos y emocionalmente significativos, crearon las condiciones que la neurociencia identifica como óptimas para la sinaptogénesis: novedad, desafío graduado, retroalimentación inmediata y significatividad personal (Sibaja et al., 2016; Alcover y Rodríguez, 2012; Durán et al., 2025; Hernández et al., 2026).

Es pertinente señalar que el bloque específico de neuroplasticidad de NeuroLink no solo promovió la plasticidad cerebral mediante actividades cognitivas, sino que también enseñó a los estudiantes, de manera adaptada a su edad, que su cerebro cambia con cada experiencia de aprendizaje. Esta dimensión metacognitiva —comprender que el esfuerzo intelectual literalmente modifica la estructura del cerebro— ha sido identificada por la investigación como un factor motivacional de primer orden, especialmente cuando los estudiantes transitan de una mentalidad fija a una mentalidad de crecimiento (Campos, 2014; Hernández et al., 2025).

6.5. Comparación con investigaciones previas

Los tamaños del efecto obtenidos en el presente estudio (d intragrupo = 0,98–1,53; d intergrupo = 0,96–1,25) se sitúan en el rango superior de los reportados por la literatura internacional sobre intervenciones neuroeducativas en el ámbito escolar. Pherez et al. (2018) documentaron que la integración de estrategias basadas en neurociencia mejora significativamente la asimilación, retención y aplicación del conocimiento, aunque sin reportar tamaños del efecto comparables debido a diferencias en el diseño metodológico. Buxarrais y Martínez (2015) demostraron que los entornos de aprendizaje estimulantes y emocionalmente equilibrados son determinantes para la mejora educativa, hallazgo que resulta plenamente congruente con los principios que guiaron el diseño de NeuroLink.

En el contexto latinoamericano, los resultados guardan consonancia con los hallazgos de Caicedo (2017), quien documentó que la educación basada en el cerebro, fundamentada en principios interdisciplinarios extraídos de investigaciones en neurociencia, psicología y pedagogía, constituye un nuevo paradigma capaz de transformar la práctica educativa. Asimismo, los resultados de la implementación de la ENEPID en la presente investigación son consistentes con los obtenidos por Díaz

(2023) en el contexto mexicano, quien verificó que la aplicación de los principios neuroeducativos en la planificación didáctica produce mejoras observables y cuantificables en las once dimensiones evaluadas por el instrumento.

Resulta particularmente relevante la comparación con los hallazgos de Arcos (2021), quien documentó que las funciones ejecutivas están directamente vinculadas al rendimiento académico en áreas como matemáticas, ciencias, lectura y escritura. Los resultados del presente estudio no solo confirman esta vinculación, sino que demuestran que es posible fortalecer las funciones ejecutivas mediante una intervención neurodidáctica estructurada como NeuroLink, con efectos que trascienden el mero entrenamiento cognitivo y se proyectan hacia la mejora integral del proceso de aprendizaje en las cuatro áreas básicas de la Educación General Básica.

Las investigaciones de Guillén (2012) sobre las ocho estrategias neurodidácticas clave y de Molina et al. (2017) sobre los doce principios del desarrollo cognitivo encuentran en los resultados de este estudio una corroboración empírica significativa (Magayanes et al., 2025). NeuroLink no fue diseñada como la materialización de un principio aislado, sino como la integración sistémica de múltiples principios neuroeducativos en un instrumento pedagógico coherente. Los tamaños del efecto consistentemente altos en las seis pruebas evaluadas sugieren que esta integración multicomponente genera un efecto sinérgico que supera lo que podría esperarse de la aplicación aislada de cualquiera de los principios por separado.

6.6. La transformación de la práctica docente como mediador del efecto de NeuroLink

Es imprescindible recordar que NeuroLink no actúa directamente sobre los estudiantes, sino que opera a través de la mediación pedagógica de los docentes. Como se explicitó en el Capítulo 4, la cadena causal del estudio postula que los docentes del grupo experimental incorporaron las actividades de NeuroLink en sus planes de clase y planificaciones microcurriculares, lo que transformó las condiciones de enseñanza y, consecuentemente, los procesos cognitivos de los estudiantes. Esta mediación docente no puede ser subestimada: un instrumento neurodidáctico, por bien diseñado que esté, solo produce efectos en la medida en que los docentes lo implementen con comprensión, compromiso y fidelidad.

Pardos y González (2018) han propuesto que los docentes que se familiarizan con los fundamentos del funcionamiento cerebral están mejor equipados para diseñar experiencias de aprendizaje significativas, mejorar la atención, valorar la motivación, promover aprendizajes perdurables y reconocer la importancia del entorno socioemocional. La capacitación de dieciséis horas que recibieron los docentes del grupo experimental antes de la intervención tuvo como objetivo precisamente dotarlos de esta

comprensión neurobiológica de base, que les permitiera implementar las actividades de NeuroLink no como recetas pedagógicas mecánicas, sino como estrategias fundamentadas cuya eficacia depende de la comprensión de los principios que las sustentan.

Geake y Cooper (2006) han argumentado que si el aprendizaje es el núcleo de la educación, entonces los hallazgos de la neurociencia pueden mejorar la comprensión de cómo aprenden los alumnos y, por ende, cómo enseñarles de manera más efectiva. Bullón (2017) ha precisado que la neurociencia ha transformado la concepción del estudiante: de receptor pasivo de información a constructor activo de su propio conocimiento. Los resultados del presente estudio sugieren que esta transformación conceptual, cuando se materializa en prácticas pedagógicas concretas como las de NeuroLink, produce efectos cognitivos mensurables y significativos que trascienden lo que la enseñanza convencional puede lograr.

6.7. Limitaciones del estudio y proyecciones para investigaciones futuras

Toda investigación científica rigurosa debe reconocer con transparencia las limitaciones que podrían afectar la interpretabilidad de sus resultados. El presente estudio no es la excepción, y los autores identifican cinco limitaciones que merecen consideración.

La primera limitación se relaciona con la ausencia de aleatorización en la asignación a los grupos. Si bien el diseño cuasiexperimental empleado es ampliamente aceptado en la investigación educativa y la equivalencia inicial de los grupos fue verificada estadísticamente, la no aleatorización no permite descartar completamente la influencia de variables no medidas que podrían diferir entre las jornadas matutina y vespertina, como las dinámicas familiares, los hábitos de sueño o los niveles de fatiga diferenciales asociados a la hora del día.

La segunda limitación concierne a la generalización de los resultados. El estudio se llevó a cabo en una sola institución educativa de la ciudad de Loja, Ecuador, lo que circunscribe la validez externa de los hallazgos a contextos con características sociodemográficas, institucionales y curriculares similares. La replicación del estudio en instituciones de diferentes regiones del país, con poblaciones de mayor diversidad socioeconómica y cultural, permitiría evaluar la robustez de los efectos observados.

La tercera limitación se refiere a la duración de la intervención. Aunque los efectos observados son estadísticamente significativos y de gran magnitud, el estudio no incluyó una medición de seguimiento posterior al postest que permitiera evaluar la permanencia de los efectos a mediano y largo plazo. Investigaciones futuras deberían incorporar mediciones de retención a los tres, seis y doce meses

después de la intervención para determinar si los cambios cognitivos producidos por NeuroLink son sostenibles en el tiempo o si requieren una estimulación continua para mantenerse.

La cuarta limitación tiene que ver con el posible efecto Hawthorne: los docentes y estudiantes del grupo experimental, al saber que participaban en una intervención especial, podrían haber modificado su comportamiento de manera que contribuyera a los resultados observados, independientemente del contenido específico de NeuroLink. Si bien este efecto es inherente a cualquier diseño experimental en educación, su influencia potencial debe ser reconocida. Un diseño con grupo control activo —que reciba una intervención alternativa de similar duración e intensidad, pero sin contenido neurocientífico— podría ayudar a aislar el efecto específico de los principios neuroeducativos de NeuroLink del efecto motivacional genérico de participar en un programa especial.

La quinta limitación se relaciona con la evaluación de la transferencia. La NEPSY-II mide dominios cognitivos en condiciones controladas de evaluación individual, pero no evalúa directamente el rendimiento académico de los estudiantes en las áreas curriculares. Aunque la literatura sugiere una relación directa entre las funciones ejecutivas y el desempeño en matemáticas, lectura y ciencias (Arcos, 2021), investigaciones futuras deberían incluir medidas de rendimiento académico que permitan verificar si las mejoras cognitivas documentadas se traducen efectivamente en mejores calificaciones y competencias disciplinares.

6.8. Implicaciones pedagógicas para la transformación educativa

Los hallazgos del presente estudio tienen implicaciones que trascienden el ámbito de la investigación y se proyectan hacia la transformación de la práctica educativa en los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica, tanto en el contexto ecuatoriano como en el latinoamericano. Se identifican cuatro implicaciones fundamentales.

La primera implicación es que la neurociencia aplicada a la educación no constituye un complemento opcional de la práctica pedagógica, sino un componente esencial para la optimización del proceso de aprendizaje. Los resultados demuestran que la enseñanza convencional, desprovista de fundamento neurocientífico, no logra estimular adecuadamente las funciones ejecutivas ni los procesos mnémicos de los estudiantes. Esta evidencia debería impulsar la incorporación de contenidos de neurociencia educativa en los programas de formación inicial y continua del profesorado, como han recomendado Knox (2016) y Pherez et al. (2018).

La segunda implicación se refiere a la viabilidad de implementar intervenciones neuroeducativas en contextos escolares reales. NeuroLink fue diseñada para integrarse en la planificación microcurricular

existente, sin requerir recursos tecnológicos sofisticados ni una formación neurocientífica especializada por parte de los docentes (Hernández et al., 2023). El hecho de que una capacitación de dieciséis horas haya sido suficiente para que los 26 docentes del grupo experimental implementaran la guía con la fidelidad necesaria para producir efectos significativos demuestra que la brecha entre la neurociencia y el aula es salvable con herramientas pedagógicas bien diseñadas.

La tercera implicación atañe al diseño curricular. La Agenda 2030 de Naciones Unidas (2018) y el Marco Curricular Competencial de Aprendizajes del Ministerio de Educación del Ecuador (2023) aspiran a una educación centrada en el desarrollo integral del estudiante. Los resultados de este estudio proporcionan evidencia empírica de que la integración de principios neurocientíficos en los ejes de desarrollo y aprendizaje de Educación Inicial y en las áreas básicas y complementarias de Educación General Básica es no solo deseable, sino demostrablemente eficaz para fortalecer las capacidades cognitivas que sustentan el aprendizaje de competencias en todas las áreas del currículo.

La cuarta implicación se dirige a las políticas públicas educativas. Si los resultados de este estudio son replicables en contextos más amplios —condición que investigaciones futuras deberán verificar—, la implementación de programas neuroeducativos como NeuroLink a escala regional o nacional podría constituir una estrategia de alto impacto y costo relativamente bajo para la mejora de la calidad educativa. Como han señalado Yandun y Moya (2024), los maestros son algunos de los potenciadores cognitivos más eficaces del mundo, y dotarlos de herramientas basadas en la mejor evidencia neurocientífica disponible es una inversión con retornos medibles sobre el desarrollo cognitivo y académico de los estudiantes.

6.9. Síntesis reflexiva del capítulo

La discusión desarrollada a lo largo de este capítulo ha permitido situar los resultados estadísticos del Capítulo 5 en un contexto interpretativo amplio y fundamentado. Se ha demostrado que las mejoras observadas en el grupo experimental no constituyen un artefacto estadístico, sino la consecuencia lógica y predecible de una intervención que fue diseñada a partir de los principios neurobiológicos del aprendizaje y que activó de manera deliberada los mecanismos cognitivos que la NEPSY-II evalúa: la atención selectiva, la flexibilidad cognitiva, el control inhibitorio, la planificación, la memoria nominal, la memoria narrativa y la memoria de listas.

Los mecanismos neurobiológicos que median estos efectos incluyen la activación del circuito dopaminérgico de recompensas, la regulación emocional que reduce los niveles de cortisol y optimiza el funcionamiento prefrontal, la neuroplasticidad dependiente de la experiencia que fortalece las

conexiones sinápticas asociadas a las funciones cognitivas entrenadas, y la metacognición que permite al estudiante monitorear y optimizar su propio proceso de aprendizaje. Estos mecanismos, operando de manera sinérgica a lo largo de un período académico completo, produjeron una transformación cognitiva que la práctica pedagógica habitual, por sí sola, no fue capaz de generar.

Los autores de esta obra sostienen que los resultados aquí discutidos constituyen una contribución significativa al cuerpo de evidencia que respalda la integración de la neurociencia en la práctica educativa. Al mismo tiempo, reconocen con honestidad intelectual las limitaciones del estudio y abogan por su replicación en contextos más diversos, con diseños que incluyan grupo control activo, mediciones de seguimiento a largo plazo y evaluación de la transferencia al rendimiento académico. El capítulo final de esta obra presentará las conclusiones generales del estudio, las recomendaciones derivadas y las líneas de investigación futura que los autores consideran prioritarias para avanzar en la construcción de una educación verdaderamente informada por la ciencia del cerebro.

Ponle corazón a lo que hagas y notarás la diferencia.

-Susana Muñoz

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES CLAVE DE LA INVESTIGACIÓN



FORMACIÓN INTEGRAL

EFICACIA DE INTERVENCIONES

CONTRIBUCIONES TEÓRICAS Y CONCEPTUALES



MODELOS VALIDADOS

CONOCIMIENTO NUEVO

CONOCIMIENTO Y ACCIÓN



LOGROS Y CAMINO RECORRIDO POR LOS ESTUDIANTES

GUÍA PARA LA PRÁCTICA Y FUTURAS LÍNEAS

FORMACIÓN INTEGRAL

EMPODERAMIENTO

APLICACIONES EN AULA

ESTUDIOS DE SEGUIMIENTO

NUEVAS TECNOLOGÍAS

SÍNTESIS FINAL: CONOCIMIENTO Y ACCIÓN

MAPA DE RECOMENDACIONES Y FUTURO



7. CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Educar no solo es transmitir conocimientos sino fortalecer la mente, despertar el espíritu y llegar a formar corazones capaces de transformar el mundo.

-Diego Pardo

7.1. Consideraciones preliminares

El presente capítulo cierra el ciclo argumentativo de esta obra colectiva, recogiendo las conclusiones que se derivan del marco teórico, del diseño metodológico y de los resultados empíricos expuestos en los capítulos precedentes. Cada conclusión se formula como una afirmación fundamentada en la evidencia estadística obtenida, y cada recomendación se orienta hacia la transformación concreta de la práctica educativa y de las políticas institucionales que gobiernan los procesos de enseñanza-aprendizaje en los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica.

Los autores consideran pertinente recordar que las conclusiones de un estudio científico no constituyen opiniones personales ni valoraciones subjetivas, sino inferencias lógicas derivadas de la contrastación empírica de las hipótesis formuladas. En el caso de la presente investigación, las hipótesis fueron sometidas a prueba mediante un diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente (GC: 450 estudiantes y 30 docentes; GE: 448 estudiantes y 26 docentes), con mediciones pretest-postest y análisis estadístico a tres niveles —descriptivo, inferencial intragrupo e inferencial intergrupo—, lo que confiere a las conclusiones un grado de solidez que trasciende la mera especulación y se inscribe en el terreno de la evidencia científica verificable.

7.2. Conclusiones generales del estudio

7.2.1. Conclusión respecto a la hipótesis general

Los resultados obtenidos permiten rechazar la hipótesis nula y confirmar la hipótesis general del estudio: la implementación de la guía NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic» produjo mejoras estadísticamente significativas y de gran magnitud en los dominios cognitivos de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental, en comparación con el grupo control que continuó con la práctica pedagógica habitual. Las seis pruebas de la NEPSY-II evaluadas registraron diferencias intergrupo altamente significativas ($p < 0,001$) en el postest, con tamaños del efecto intergrupo que oscilaron entre $d = 0,96$ (Relojes) y $d = 1,25$ (Memoria narrativa, todos ellos clasificados como efectos grandes según los criterios de Cohen (1988). Estos hallazgos

constituyen evidencia empírica robusta de que una intervención neurodidáctica estructurada, cuando es implementada por docentes capacitados e integrada en la planificación microcurricular de las áreas básicas y complementarias, es capaz de producir transformaciones cognitivas sustanciales en estudiantes de Educación Inicial y Educación General Básica.

7.2.2. Conclusión respecto al dominio de Atención y Funciones Ejecutivas

Las tres pruebas del dominio de atención y funciones ejecutivas registraron mejoras significativas en el grupo experimental: atención auditiva y flexibilidad cognitiva ($\Delta = 2,81$; $d = 1,07$), inhibición ($\Delta = 3,02$; $d = 1,23$) y relojes ($\Delta = 2,60$; $d = 0,98$). El grupo control no experimentó cambios significativos en ninguna de las tres pruebas. Estos resultados permiten concluir que las actividades de NeuroLink orientadas al entrenamiento de la atención selectiva, el control inhibitorio, la flexibilidad cognitiva y la planificación visoespacial estimularon de manera eficaz la maduración funcional de los circuitos prefrontales responsables de las funciones ejecutivas, produciendo una transición cualitativa desde puntuaciones ubicadas predominantemente en la zona «límite» del pretest hacia la zona de «nivel esperado» en el posttest. Este hallazgo corrobora los planteamientos de Leopoldo y Joselevitch (2018) sobre la dependencia de las funciones ejecutivas respecto a la calidad de las experiencias educativas, y confirma la tesis de Arcos (2021) sobre la relación directa entre funciones ejecutivas y rendimiento académico.

7.2.3. Conclusión respecto al dominio de Memoria y Aprendizaje

Las tres pruebas del dominio de memoria y aprendizaje evidenciaron igualmente mejoras significativas en el grupo experimental: memoria de nombres ($\Delta = 3,00$; $d = 1,16$), memoria narrativa ($\Delta = 3,52$; d intragrupo = 1,53; d intergrupo = 1,25) y memoria de listas ($\Delta = 2,77$; $d = 1,07$). La memoria narrativa obtuvo el mayor tamaño del efecto de todo el estudio, lo que permite concluir que NeuroLink fue particularmente eficaz para fortalecer la capacidad de los estudiantes de codificar, organizar y evocar material verbal complejo, una competencia que integra múltiples procesos cognitivos —codificación semántica, organización temporal, generación de inferencias y recuperación guiada— y que constituye un pilar fundamental del aprendizaje académico en todas las áreas del currículo (Morgado, 2005; Cañal de León, 2014; Vélez et al., 2025). Este resultado es consistente con el principio neurodidáctico de que las estrategias que promueven la elaboración significativa —asociación emocional, conexión con conocimientos previos, práctica distribuida y metacognición— fortalecen de manera más profunda y duradera los sistemas de memoria que la mera repetición mecánica de contenidos.

7.2.4. Conclusión respecto a la equivalencia inicial y la validez del diseño

La verificación estadística de la equivalencia inicial entre el grupo control y el grupo experimental — confirmada mediante la prueba t de Student para muestras independientes en las seis pruebas de la NEPSY-II, con todos los valores de p superiores a 0,05— valida la comparabilidad de ambos grupos al inicio del estudio y fortalece la validez interna del diseño cuasiexperimental. Este hallazgo permite descartar con razonable confianza que las diferencias observadas en el posttest sean atribuibles a discrepancias preexistentes en los perfiles cognitivos de los participantes, y refuerza la inferencia de que los cambios registrados en el grupo experimental obedecen al efecto de la intervención con NeuroLink y no a variables de confusión no controladas.

7.2.5. Conclusión respecto al grupo control

El grupo control no experimentó mejoras estadísticamente significativas en cinco de las seis pruebas evaluadas durante el período del estudio. La única prueba en la que se observó una mejora significativa fue la de memoria narrativa ($p = 0,0096$), aunque con una magnitud sustancialmente inferior a la del grupo experimental. Este patrón de resultados conduce a una conclusión de particular relevancia para la política educativa: la práctica pedagógica convencional, tal como se implementa habitualmente en las aulas de Educación General Básica, no estimula de manera suficiente las funciones ejecutivas ni los sistemas de memoria de los estudiantes. La maduración biológica natural, combinada con la enseñanza tradicional, no fue capaz de producir cambios cognitivos apreciables en el lapso de un período académico, lo que subraya la necesidad de incorporar estrategias neurodidácticas explícitas y fundamentadas en la evidencia científica.

7.2.6. Conclusión respecto a la cadena causal NeuroLink → práctica docente → aprendizaje del estudiante

Los resultados del estudio respaldan la cadena causal postulada en el Capítulo 4: los docentes del grupo experimental implementaron las actividades de NeuroLink en sus planes de clase y planificaciones microcurriculares de las áreas básicas (Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales) y de los ejes de desarrollo y aprendizaje en Educación Inicial; esta implementación transformó las condiciones pedagógicas del aula al incorporar principios neurodidácticos verificados; y dicha transformación produjo efectos mensurables y significativos en los dominios cognitivos de los estudiantes. Paralelamente, la incorporación de los principios de NeuroLink modificó la práctica pedagógica de los docentes, lo que fue evaluado mediante la ENEPID. Esta doble cadena causal confirma que NeuroLink opera como un mediador entre la evidencia neurocientífica y la práctica de aula,

convirtiendo principios teóricos en estrategias didácticas concretas que producen resultados verificables.

7.3. Conclusiones específicas

A partir de la integración de los resultados empíricos con el marco teórico desarrollado en los Capítulos 1 a 3, los autores formulan las siguientes conclusiones específicas:

Primera. La neurociencia aplicada a la educación no es un complemento opcional de la práctica pedagógica, sino un componente esencial para la optimización del proceso de aprendizaje. Los resultados demuestran inequívocamente que las estrategias basadas en el conocimiento del funcionamiento cerebral producen efectos superiores a los de la enseñanza convencional en los dominios cognitivos evaluados.

Segunda. La plasticidad cerebral, principio neurobiológico fundamental descrito en el Capítulo 1, se manifiesta de manera concreta en los resultados de este estudio. Las mejoras cognitivas registradas en el grupo experimental constituyen evidencia empírica de que el cerebro de los estudiantes de Educación Inicial y Educación General Básica responde de manera significativa a la estimulación neurodidáctica estructurada, reorganizando sus patrones de funcionamiento en las áreas de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje.

Tercera. Los procesos cognitivos analizados en el Capítulo 2 —percepción, atención, memoria, emociones, curiosidad, movimiento y arte— no operan de forma aislada, sino como un sistema integrado cuya estimulación simultánea produce efectos sinérgicos. El diseño multicomponente de NeuroLink, con sus dieciséis bloques temáticos que abordan cada uno de estos procesos, explica la consistencia y la magnitud de los efectos observados en todas las pruebas evaluadas.

Cuarta. Las funciones ejecutivas, cuya relevancia para el aprendizaje fue fundamentada en el Capítulo 3, son susceptibles de entrenamiento mediante estrategias pedagógicas específicas. El fortalecimiento del control inhibitorio, la flexibilidad cognitiva y la planificación observado en el grupo experimental demuestra que estas funciones no dependen exclusivamente de la maduración biológica, sino que pueden ser potenciadas de manera deliberada mediante intervenciones educativas fundamentadas en la neurociencia.

Quinta. La formación docente en neurociencia aplicada constituye un factor determinante para la eficacia de las intervenciones neuroeducativas. Los 26 docentes del grupo experimental, tras una capacitación de dieciséis horas, lograron implementar NeuroLink con la fidelidad necesaria para

producir efectos estadísticamente significativos, lo que demuestra que la brecha entre la neurociencia y el aula puede ser salvada con herramientas pedagógicas bien diseñadas y una formación docente adecuada.

Sexta. La integración de estrategias neurodidácticas en la planificación microcurricular de las áreas básicas y complementarias de Educación General Básica, así como en los ejes de desarrollo y aprendizaje de Educación Inicial, es viable, pertinente y demostrablemente eficaz. NeuroLink no requirió la sustitución de los contenidos curriculares obligatorios, sino su reformulación desde la perspectiva del aprendizaje basado en el cerebro, lo que confirma la compatibilidad entre la innovación neurodidáctica y el marco curricular vigente en el Ecuador.

Séptima. La evaluación neuroeducativa, implementada mediante instrumentos como la NEPSY-II y la ENEPID, proporciona información diagnóstica de un nivel de especificidad que las evaluaciones educativas convencionales no alcanzan. La identificación de los dominios cognitivos específicos que requieren fortalecimiento —y no simplemente del rendimiento académico global— permite diseñar intervenciones más focalizadas, eficientes y susceptibles de seguimiento longitudinal.

7.4. Recomendaciones

7.4.1. Recomendaciones para las instituciones educativas

Se recomienda a las instituciones educativas de los niveles de Educación Inicial y Educación General Básica incorporar de manera progresiva estrategias neurodidácticas en sus planificaciones institucionales, microcurriculares y de aula. La guía NeuroLink, cuyos efectos han sido empíricamente verificados en esta investigación, constituye una herramienta disponible y adaptable a diversos contextos institucionales. Se sugiere iniciar con una implementación piloto en un grado o nivel específico, evaluar los resultados mediante instrumentos estandarizados y, sobre la base de la evidencia obtenida, escalar la intervención al conjunto de la institución.

Se recomienda, asimismo, destinar un componente del presupuesto de capacitación docente a la formación en neurociencia aplicada a la educación. Los resultados de este estudio demuestran que una inversión modesta en tiempo de capacitación —dieciséis horas distribuidas en cuatro sesiones— es suficiente para que los docentes incorporen principios neurodidácticos en su práctica cotidiana con resultados significativos.

7.4.2. Recomendaciones para los docentes

Se recomienda a los docentes familiarizarse con los fundamentos básicos del funcionamiento cerebral durante el aprendizaje, no con el objetivo de convertirse en neurocientíficos, sino con la finalidad de comprender por qué determinadas estrategias pedagógicas son más eficaces que otras. Los principios neuroeducativos expuestos en los Capítulos 1 a 3 de esta obra —la importancia de las emociones, la atención como mecanismo rector, la memoria como proceso activo de consolidación, la neuroplasticidad como fundamento del cambio cognitivo, las funciones ejecutivas como arquitectura del aprendizaje autorregulado— proporcionan un marco conceptual accesible que puede transformar la calidad de la planificación y la ejecución didáctica.

Se recomienda particularmente incorporar en los planes de clase actividades que estimulen de manera explícita las funciones ejecutivas: ejercicios de atención selectiva, tareas de inhibición de respuestas automáticas, actividades de planificación y organización, y momentos de reflexión metacognitiva. Los resultados de este estudio demuestran que estas funciones responden de manera significativa al entrenamiento, y que su fortalecimiento tiene un impacto directo sobre la capacidad de los estudiantes para aprender en todas las áreas del currículo.

7.4.3. Recomendaciones para las autoridades educativas y los responsables de políticas públicas

Se recomienda al Ministerio de Educación del Ecuador y a las instancias distritales y zonales responsables de la formación docente considerar la incorporación de módulos de neurociencia educativa en los programas de formación inicial y continua del profesorado. La evidencia acumulada a nivel internacional, complementada por los resultados del presente estudio en el contexto ecuatoriano, sustenta la pertinencia de esta incorporación como estrategia de mejora de la calidad educativa.

Se recomienda, igualmente, promover la investigación en neuroeducación en las instituciones de educación superior del país, destinando recursos a la realización de estudios experimentales que evalúen el impacto de intervenciones neuroeducativas en diversas poblaciones y contextos. La construcción de una base de evidencia local, adaptada a las características socioculturales y curriculares del sistema educativo ecuatoriano, es indispensable para fundamentar decisiones de política pública que afecten al proceso de enseñanza-aprendizaje de millones de estudiantes.

7.4.4. Recomendaciones para la comunidad investigadora

Se recomienda replicar el presente estudio en instituciones educativas de diferentes regiones geográficas, niveles socioeconómicos y contextos culturales del Ecuador y de América Latina, con el fin de evaluar la generalizabilidad de los resultados obtenidos. Se sugiere emplear diseños experimentales

puros con asignación aleatoria cuando las condiciones lo permitan, y diseños con grupo control activo que reciba una intervención alternativa de similar duración e intensidad, para aislar con mayor precisión el efecto específico de los principios neurocientíficos de NeuroLink del efecto motivacional genérico de participar en un programa especial.

Se recomienda incorporar en futuras investigaciones mediciones de seguimiento a los tres, seis y doce meses posteriores a la intervención, con el propósito de evaluar la permanencia de los efectos cognitivos observados. Asimismo, se sugiere incluir medidas de transferencia que evalúen si las mejoras en los dominios de atención, funciones ejecutivas, memoria y aprendizaje se traducen en un mejor rendimiento académico en las áreas curriculares específicas, lo que permitiría establecer el vínculo entre los cambios cognitivos documentados por la NEPSY-II y los resultados educativos que constituyen el objetivo final de toda intervención pedagógica.

Se recomienda, finalmente, explorar mediante técnicas de neuroimagen funcional —como la electroencefalografía cuantitativa o la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano— los correlatos neurobiológicos de los cambios cognitivos producidos por NeuroLink, lo que permitiría verificar si las mejoras conductuales observadas están acompañadas de modificaciones en los patrones de activación cortical consistentes con las predicciones de la neurociencia del aprendizaje.

7.5. Reflexión final

La obra que aquí concluye nació de una convicción compartida por los autores: que la educación del siglo XXI no puede permitirse ignorar lo que la ciencia del cerebro ha revelado sobre cómo aprenden los seres humanos. Esta convicción, lejos de ser un acto de fe disciplinar, ha sido sometida al escrutinio de la evidencia empírica a lo largo de los siete capítulos que conforman este libro. El resultado es un cuerpo de hallazgos que demuestra, con el rigor que la comunidad científica exige, que la integración de principios neurocientíficos en la práctica pedagógica produce efectos mensurables, significativos y de gran magnitud sobre el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

NeuroLink — «La Neurociencia al alcance de un clic» no pretende ser la respuesta definitiva a los desafíos que enfrenta la educación contemporánea. Es, más bien, una contribución concreta y fundamentada a un proceso de transformación que apenas comienza. Los 898 estudiantes y los 56 docentes que participaron en este estudio demostraron que cuando la neurociencia y la pedagogía dialogan con honestidad intelectual, los resultados trascienden las expectativas y abren horizontes que la enseñanza convencional, por sí sola, no logra alcanzar.

Los autores confían en que los hallazgos aquí reportados contribuirán a la construcción de una educación más humana, más inclusiva y más efectiva, fundamentada en la mejor evidencia disponible sobre el órgano que hace posible el aprendizaje: el cerebro humano. Si esta obra logra que un solo docente modifique su práctica en beneficio de sus estudiantes, si un solo investigador se siente motivado a profundizar en las líneas aquí sugeridas, si una sola autoridad educativa incorpora los principios neuroeducativos en sus decisiones de política pública, entonces el esfuerzo habrá valido la pena. Porque la neurociencia no cambia la educación por decreto ni por voluntarismo: la cambia una persona a la vez, un aula a la vez, una escuela a la vez, con la paciencia que exige la ciencia y con la urgencia que reclama la infancia.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrela, F., y Simons, C. (2025). Implicaciones de la metacognición en el desarrollo de estrategias de aprendizaje para estudiantes con altas capacidades. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 10100-10114. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15672
- Alcover, C., y Rodríguez, F. (2012). Plasticidad Cerebral y Hábito en William James: un Antecedente para la Neurociencia Social. *Psychologia Latina*, 3(1), 1-9. https://doi.org/10.5209/rev_PSLA.2012.v3.n1.38737
- Alsina, A. y Sáiz, D. (2004). ¿Es posible entrenar la memoria de trabajo?: un programa para niños de 7-8 años. *Revista Infancia y Aprendizaje*, 27(3), 275-287. <https://bit.ly/48PFDwQ>
- Andrade, N., de las Salas, M., y Gil, V. (2015). Procesos de aprendizaje en el sistema de educación a distancia de la Universidad del Zulia. *Telos*, 17(1), 113-128. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99338679008.pdf>
- Arauco, J., Álvarez, G., Palomino, K., y Rosales, J. (2023). Lateralización hemisférica y dominancia cerebral de los estudiantes de la facultad de educación de la UNCP. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9411-9427. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5138
- Araya, S., y Espinoza, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1), e312. <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Arcos, V. (2021). Funciones ejecutivas: una revisión de su fundamentación teórica. *Poiésis*, (40), 39–51. <https://doi.org/10.21501/16920945.4051>
- Arias, J., Villasís, M., y Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- Atonal, T. (2020). La aplicación de taxonomías en los procesos de aprendizaje. *Sinergias Educativas*, 5(2), 83–104. <https://doi.org/10.37954/se.v5i2.117>
- Avendaño, V. (2024). Taxonomía de aprendizaje conectivo IA-Net: propuesta para la enseñanza basada en inteligencia artificial y red. *Revista Varela*, 24(67), 73-82. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10429359>
- Ballesta, J., Medrano, I., Pérez, I., y Blanco, M. (2024). Propuesta neuroeducativa para un aprendizaje tecno-activo de la enseñanza de las ciencias: un cambio universitario necesario. *Revista*

Electrónica Interuniversitaria de Formación del
Profesorado. <https://doi.org/10.6018/reifop.614881>.

Barrera, L., Velandia, Y., y Moncada, J. (2015). *Revisión documental sobre el concepto de teoría del juego en la construcción de referentes educativos para la primera infancia* [Tesis doctoral, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. <http://hdl.handle.net/10656/3853>

Bran, M., Rosado, N., Sotomayor, D., Mena, M., & Murillo, M. (2025). Aplicación del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) mediado por Inteligencia Artificial para la personalización del proceso educativo en estudiantes de Educación General Básica. *Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society*. <https://doi.org/10.71068/mxkfe149>

Bullón, I. (2017). La neurociencia en el ámbito educativo. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad*, 3(1), pp. 118-135. <https://bit.ly/4bfGSsR>

Bustamante, G., y Cabrera, L. (2022). Factors that affect the academic performance of high school students in the Sucúa-Ecuador canton. *Ciencia Digital*, 6(4), 97-115. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v6i4.2338>

Buxarrais, M. R., y Martínez, M. (2015). *Retos educativos para el siglo XXI. Autonomía, responsabilidad, neurociencia y aprendizaje*. Octaedro.

Caicedo, H. (2017). *Neuroaprendizaje una propuesta educativa*. Ediciones de la U. <https://bit.ly/47IIVmL>

Campbell, D., y Stanley, J. (1963). *Experimental and Quasi-experimental Designs for Research*. Houghton Mifflin Company. <https://bit.ly/4rDmh6K>

Campos, A. (2014). *Los aportes de la neurociencia a la atención y educación de la primera infancia*. Cerebrum Ediciones. <https://bit.ly/47tVorQ>

Cando, D. (2025). Neurociencia y educación en la enseñanza del inglés: Estrategias efectivas para facilitar la adquisición de una lengua adicional. *Imperium Académico Multidisciplinary Journal*. <https://doi.org/10.63969/w4krnx79>.

Cangalaya, L. (2020). Critical thinking skills in university students, acquired through research. *Desde El Sur*, 12(1), 141-153. <https://doi.org/10.21142/DES-1201-2020-0009>

Cañal de León, P. (2014). Cerebro, memoria y aprendizaje: aportaciones de la neurobiología a la didáctica y a la práctica de la enseñanza. *Investigación En La Escuela*, (84), 19-29. <https://doi.org/10.12795/IE.2014.i84.02>

- Carrillo, Z., & Zambrano, L. (2021). Estrategias neurodidácticas aplicadas por los docentes en la escuela Ángel Arteaga de Santa Ana. *Revista San Gregorio*, 1(46). <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i46.1704>
- Castañó, M. (2006). Teoría del conocimiento según Piaget. Theory of knowledge according to Piaget. *Psicoespacios*, 1(1), 36–46. <https://doi.org/10.25057/21452776.14>
- Castillo, A., y Álvarez, M. (2021). Dificultad y problemas de aprendizaje en edad escolar: Una estrategia de solución. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(3), 528–551. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i3.1330>
- Castillo, D. (2020). Las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje desarrollados por maestros tutores de Educación Primaria en la Región de Murcia. *RiITE Revista Interuniversitaria De investigación En Tecnología Educativa*, (9). <https://doi.org/10.6018/riite.432061>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2.ª ed.). Lawrence Erlbaum Associates. <https://bit.ly/3P8PWHn>
- Colín, E. (2025). Neuroeducación: Modelos de Aplicación y Desafíos Éticos para la Formación Docente. *Ibero Ciencias - Revista Científica y Académica - ISSN 3072-7197*. <https://doi.org/10.63371/ic.v4.n4.a399>.
- Coral, C. (2022). Diseño universal para el aprendizaje y neuroeducación. Una perspectiva desde la ciencia de la mente, cerebro y educación. *JONED. Journal of Neuroeducation*, 3(1), 99-108. <https://doi.org/10.1344/joned.v3i1.39714>
- Creswell, J. W. (2008). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications, Incorporated. <https://bit.ly/4rEBhBg>
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Santillana/UNESCO. <https://bit.ly/3wnppwZ>
- Díaz, A. (2023). Escala neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica (ENEPID). *Journal of Neuroeducation*, 3(2), 93–105. <https://doi.org/10.1344/joned.v3i2.40828>
- Díaz, F., & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista* (pp. 57-71). McGraw-Hill.
- Durán, C., Cárdenas, M., y De Jesús, J. (2025). Neuroeducación: Transformando el aprendizaje en la educación superior. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*. <https://doi.org/10.15649/2346030x.4343>.

- Echavarría, L. (2013). El proceso de la atención: una mirada desde la neuropsicología. *Revista Digital EOS Perú*, 1(1), 15-18. <https://bit.ly/3N6Gle8>
- Escurra, L. (1988). Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista De Psicología*, 6(1-2), 103–111. <https://doi.org/10.18800/psico.198801-02.008>
- Espinoza, J., Pulla, P., Sani, C., Sinche, G., y Jurado, C. (2024). Neurodidactic strategies to improve meaningful learning of experimental science in High School Students. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 28(Special), 268-278. <https://doi.org/10.47460/uct.v28iSpecial.823>
- Fuenmayor, G., y Villasmil, Y. (2008). La percepción, la atención y la memoria como procesos cognitivos utilizados para la comprensión textual. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 9(22), 187-202. <https://bit.ly/4ITJxMB>
- Gandini, F. (2018). Metacognición y aprendizaje. En A. M. Palacios, M. A. Pedragosa & M. Querejeta (Coords.), *Encuentro en la encrucijada: Psicología, Cultura y Educación* (Libros de Cátedra. Sociales). EDULP. Memoria Académica. <https://bit.ly/3Na6lL7>
- Geake, J., y Cooper, P. (2006). Cognitive Neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26(1), 7–20. <https://doi.org/10.1080/0140672030260102>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (4.ª ed.). Allyn & Bacon. <https://bit.ly/4rBFchW>
- Gkintoni, E., Halkiopoulou, C., y Antonopoulou, H. (2023). Educational Neuroscience in Academic Environment. A Conceptual Review. *Technium Social Sciences Journal*. <https://doi.org/10.47577/tssj.v39i1.8208>.
- Guerrero, V. (2015). Cerebro y emociones: ¿podemos elegir qué sentir? ¿Cómo ves? *Revista de Divulgación de Ciencia de la UNAM*, 10-14. <https://bit.ly/4uBUCWa>
- Guillén, J. (2012). *Neuroeducación: estrategias basadas en el funcionamiento del cerebro*. Escuela con cerebro. <https://bit.ly/4sj4uTx>
- Guirado, I. (2017). *La neurodidáctica: una nueva perspectiva de los procesos de enseñanza-aprendizaje* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Málaga]. <https://bit.ly/4dyHT0m>
- Hernández, E. (2025). *Neurociencia y su aplicación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de 7mo grado, Escuela "Héroes del Cenepa", Loja 2023-2024* [Trabajo de Integración Curricular, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/32102>

- Hernández, E., Castillo, S., Minga, S., y Caraguay, M. (2026). Neurodidáctica en educación básica: Percepción docente, formación y aplicación pedagógica. *Mamakuna: Revista de Divulgación de Experiencias Pedagógicas*, (26), 92–104. <https://doi.org/10.70141/mamakuna.26.1315>
- Hernández, E., e Idrobo, M. (2025). Neurociencia aplicada al proceso de aprendizaje. *Green World Journal*, 8(1), 202. <https://doi.org/10.53313/gwj81202>
- Hernández, E., Japón, C., Gualan, L., y Hernández, C. (2025). La interculturalidad en el contexto ecuatoriano: Perspectivas y visiones de los docentes. En *Libro de resúmenes — III Simposio de Investigación Científica 2024: Ciencia para un futuro sostenible* (p. 51). Editorial Universitaria. ISBN 978-9942-671-14-1
- Hernández, E., Ramón, W., Rojas, C., Jara, E., Espinosa, A., y Guamán, A. (2026). Efecto de un programa de estimulación neurocognitiva en la competencia lectoescritora en estudiantes de décimo grado de educación básica. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 3(1), 448–473. <https://doi.org/10.70625/rlce/512>
- Hernández, E., Saraguro, K., Hernández, A., Cañar, G., y Tituana, A. (2026). Efectividad de la metodología STEAM en el rendimiento académico de estudiantes de Bachillerato Técnico. *Ibero Research*, 1(2), 21–47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18285842>
- Hernández, E., Valle, M., Carrión, N., Cajamarca, J., y Gualan, L. (2023). Neurociencia y su aplicación en los procesos de aprendizaje en el subnivel de Básica Media. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 8136–8162. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8388
- Hernández, E., Zuñiga, L., Susana, S., Jimenez, M., Pinta, Y., y Ramírez, K. (2026). Estrategias neurodidácticas para el aprendizaje del álgebra y funciones: Un estudio cuasiexperimental longitudinal en décimo grado. *Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología (RICESO)*, 1(1). <https://doi.org/10.66136/cfy52227>
- Hernández, R. y Portolés, A. (2016). Recomendaciones de actividad física y su relación con el rendimiento académico en adolescentes de la Región de Murcia. *RETOS, Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, (29), 100-104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5400852>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (1991). *Metodología de la investigación* (1.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana de México.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education. <https://bit.ly/4dANAIB>

- Hernández, R., y Mendoza C. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education. <https://bit.ly/4bfYBQR>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Jácome, A., & Campos, H. (2023). Estrategias neurodidácticas y rendimiento académico en la práctica docente latinoamericana. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e109. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e109>
- Jensen, E. (2005). *Teaching with the Brain in Mind*. Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Jolles, J., y Jolles, D. (2021). On Neuroeducation: Why and How to Improve Neuroscientific Literacy in Educational Professionals. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.752151>
- Kandel, E. (2021). *La era del inconsciente: la exploración del inconsciente en el arte, la mente y el cerebro: [desde la Viena de 1900 a nuestros días]*. PAIDÓS. <https://bit.ly/4rJyfeZ>
- Knox, R. (2016). Mind, brain, and education: A transdisciplinary field. *Mind, Brain, and Education*, 10(1), 4–9. <https://doi.org/10.1111/mbe.12102>
- Korkman, M., Kirk, U., y Kemp, S. (2014). *NEPSY-II: Manual clínico y de interpretación* (2.ª ed., Vol. 1). Pearson y PsychCorp.
- Lalangui, L. (2023). *Estrategias neurodidácticas y el rendimiento académico en la asignatura de Química en el Segundo Año de Bachillerato General Unificado, Unidad Educativa Fiscal Miguel de Santiago, D. M. de Quito, 2022-2023* [Trabajo de titulación, Universidad Central del Ecuador]. <https://bit.ly/3NnYlke>
- Leopoldo, K., y Joselevitch, C. (2018). A neurociência computacional no estudo dos processos cognitivos. *Psicologia USP*, 29(1), 40–49. <https://doi.org/10.1590/0103-656420160172>
- Machicado, M. (2015). *Neurodidáctica como estrategia para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de las Sedes Académicas de la carrera de ciencias de la educación de la U.P.E.A.* [Tesis, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://bit.ly/41JZdYv>
- Magayanes, I., Gil, K., Meza, N., Zambrano, J., y Galarza, E. (2025). Neurociencia y su influencia en el rendimiento de los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UTEQ. *Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias*. <https://doi.org/10.71112/jdw2dt28>.

- Mantuano, N., y Vélez, C. (2021). Habilidades analíticas y la educación imaginativa en la asignatura de historia. *Revista Innova Educación*, 3(4), 162-172. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.04.012>
- Márquez, A., y García, J. (2022). Metodologías activas y diseño universal para el aprendizaje. Influencia de las pautas DUA en el diseño de tareas, actividades y/o ejercicios de aula. *JONED. Journal of Neuroeducation*, 3(1), 109-118. <https://doi.org/10.1344/joned.v3i1.39661>
- Martin, M. (2022). *El control inhibitorio y su relación con el tiempo de uso de las redes sociales en adolescentes de 15 años* [Trabajo Final de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica Argentina]. <https://bit.ly/3HF7io0>
- Martínez, C., y Salva, S. (2021). The Neuroscience of Learning and the Somatic Poiesis of Architecture. *Estoa. Journal of the Faculty of Architecture and Urbanism*, 10(19), 55–65. <https://doi.org/10.18537/est.v010.n019.a05>
- Medel, M., y Camacho, J. (2019). La neurociencia aplicada en el ámbito educativo. El estudio de los neuromitos.. *International Journal of New Education*, 3. <https://doi.org/10.24310/IJNE2.1.2019.6559>
- Melo, M., y Hernández, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación Educativa*, 14(66), 41-63. <https://bit.ly/4btOwhZ>
- Meza, L., y Moya, M. (2020). TIC y neuroeducación como recurso de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Rehuso*, 5(2), 85-96. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6812350>
- Minerva, C. (2002). El juego: una estrategia importante. *Educere, la Revista Venezolana de Educación*, 6(19), 289-296. <https://bit.ly/40FgiDj>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2023). *Marco Curricular Competencial de Aprendizajes* (1.ª ed., Vol. 1). <https://bit.ly/4c1g4tL>
- Molina, J. (2023). Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las Ciencias en Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1520-1528. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6292
- Mora, A. (2022). El neuroaprendizaje, como ayudantía educativa: estrategia para mejorar la práctica docente. *Journal of Science and Research*, 7(3), 110-134. <https://bit.ly/47K7ahy>
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial. <https://bit.ly/4bBJa4x>

- Moral, C. (2012). CONOCIMIENTO DIDÁCTICO GENERAL PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVAS EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(2), 421-452. <https://bit.ly/4shWQZh>
- Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria. *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación*, 10, 221-233. <https://bit.ly/4lCTIKv>
- Muchiut, A., Passamani, A., Sosa, S., y Alegre, R. (2024). Intervenciones neurodidácticas en el nivel secundario. Estrategias para potenciar las funciones ejecutivas en el aula. *JONED. Journal of Neuroeducation*, 5(1), 149-162. <https://bit.ly/4cUghTf>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3). <https://bit.ly/3XK2Uh1>
- Nunnally, J., y Bernstein, I. (1994). *Psychometric theory* (3.ª ed.). McGraw-Hill. <https://bit.ly/4sdzMed>
- Ocampo, D. (2020). Estrategia Neurodidáctica para la formación de investigadores sociales. *Delectus (Instituto Nacional De Investigación Y Capacitación Continua Del Perú, En coedición Con La Universidad De Las Tunas (Cuba))*, 3(3), 14-27. <https://doi.org/10.36996/delectus.v3i3.82>
- Ortiz, R. (2015). Neuroeducación y movimiento corporal: Línea de generación y aplicación del conocimiento. En *11.º Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias* (28 de septiembre al 10 de octubre de 2015, Ensenada, Argentina). Memoria Académica. <https://bit.ly/4sjevQw>
- Ortiz, T. (2018). *Neurociencia en la escuela: HERVAT: investigación neuroeducativa para la mejora del aprendizaje* (1.ª ed., Vol. 1). Innovación Educativa. <https://bit.ly/47luyfp>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Sampling techniques on a population study. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pacheco, P., Villagrán, S., y Guzmán, C. (2015). Estudio del campo emocional en el aula y simulación de su evolución durante un proceso de enseñanza-aprendizaje para cursos de ciencias. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 199-217. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052015000100012>
- Palma, C. (2017). *Neuroeducación en el proceso de enseñanza y aprendizaje del idioma inglés, en estudiantes de octavo año de Educación General Básica, de la Unidad Educativa "Liceo Policial", D.M. Quito, período 2016* [Tesis, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13155>

- Paniagua, M. (2013). Neurodidáctica: una nueva forma de hacer educación. *Fides et Ratio*, 6(6). <https://bit.ly/49nv1VL>
- Pardos, A., y González, M. (2018). Intervención sobre las funciones ejecutivas (FE) desde el contexto educativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 27-42. <https://doi.org/10.35362/rie7813269>
- Pearson Clinical. (2021). *NEPSY-II: Evaluación neuropsicológica infantil (2.ª ed.)*. Manual técnico. Pearson Educación. <https://bit.ly/2Sn3fH9>
- Peña, M., Gómez, T., Mejía, D., Hernández, J., y Tamayo, D. (2017). Caracterización del control inhibitorio en adolescentes del grado once de la Institución Educativa Normal Superior de Envigado-Colombia. *Psicoespacios*, 11(18), 43–55. <https://doi.org/10.25057/21452776.906>
- Pérez, J., y Alba, J. (2014). *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. Editorial Síntesis. <https://bit.ly/3SyP1z8>
- Pherez, G., Vargas, S., y Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. [Artículo Retractado]. *Civilizar*, 18(34), 149-166. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2018.1/a10>
- Pin, P., y Mendoza, F. (2023). Habilidades creativas en el uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza y aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7985-8008. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5025
- Pineda, M., Lara, P., Cornejo, M., Condori, E., y Choque, D. (2025). Neuroeducation in initial basic education: Strategies and benefits for early learning. *Seminars in Medical Writing and Education*. <https://doi.org/10.56294/mw2024465>.
- Prado, J. (2020). Aplicabilidad de las neurociencias para fortalecer el desempeño escolar de los estudiantes en la escuela primaria. *Revista Conrado*, 16, 425-430.
- Quintero, J., y Domínguez, C. (2025). Neurociencia y educación: comprendiendo el origen del aprendizaje desde la plasticidad cerebral. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. <https://doi.org/10.62452/tasqde94>.
- Ramírez, C. (2015). *Desarrollo y evaluación de las funciones ejecutivas en la adolescencia* [Tesis, Universidad Católica de Pereira]. <http://hdl.handle.net/10785/3281>
- Ramos, A., y San Andrés, E. (2019). Neurodidáctica y competencias emocionales de estudiantes de educación general básica. *CIENCIAMATRIA*, 5(1), 16-29. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i1.237>

- Riaño, A., Cely, D., Triana, C., & Gutiérrez, C. (2017). Neuroeducación: una revisión teórica con miras al fortalecimiento de la permanencia estudiantil en contextos universitarios. *Congresos CLABES*. <https://bit.ly/44EB6Mh>
- Rodríguez, F. (2015). *Técnicas de neuroaprendizaje: lectura y memoria*. Universidad de Valencia. <https://bit.ly/3OebNcQ>
- Rodríguez, R. (2016). La construcción de ambientes de aprendizaje desde los principios de la neurociencia cognitiva. *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 9(2), 245-263. <https://bit.ly/3vHfkKo>
- Rodríguez, R. (2023). *La neurodidáctica: elemento dinamizador para la comprensión lectora en el contexto universitario* (1.ª ed., Vol. 1). Nova Educare. <https://bit.ly/487PT2n>
- Rotger, M. (2017). *Neurociencias y neuroaprendizajes: las emociones y el aprendizaje: nivelar estados emocionales y crear un aula con cerebro* (1.ª ed., Vol. 1). Editorial Brujas. <https://bit.ly/3U9VsKi>
- Salazar, R. (2022). «Ramón y Cajal, la Neurociencia a través del Arte», *Tercio Creciente*, (extra6), (pp.185-194), <https://dx.doi.org/10.17561/rtc.extra6.6904>
- Saldarriaga, P., Bravo, G., y Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las Ciencias*, 2(3 Especial), 127-137. <https://doi.org/10.23857/dc.v2i3 Especial.298>
- Sánchez, J., Ward, A., Hernández, B., y Florez, J. (2017). Educación emprendedora: estado del arte. *Propósitos y Representaciones*, 5(2), 401-473. <https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n2.190>
- Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje* (6.ª ed., Vol. 1). Pearson Educación. <https://bit.ly/3vH8q7X>
- Sepúlveda, A., Delgado, H., Villalobos, A., y Peña, S. (2022). Habilidades cognitivas fomentadas en los libros de texto de Historia y Geografía en estudiantes de primaria chilenos. *Innovaciones Educativas*, 24(36), 56-70. <https://doi.org/10.22458/ie.v24i36.3907>
- Sibaja, J., Sánchez, T., Rojas, M., y Fornaguera, J. (2016). De la neuroplasticidad a las propuestas aplicadas: estimulación temprana y su implementación en Costa Rica. *Revista Costarricense de Psicología*, 35(2), 94-112. <https://dx.doi.org/10.22544/rcps.v35i02.06>
- Sierra, E., y León, M. (2019). Plasticidad cerebral, una realidad neuronal. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 23(4), 599-609. <https://bit.ly/4uCaXtY>
- Sousa, D. (2014). *Neurociencia educativa: mente, cerebro y educación*. Narcea. <https://bit.ly/3UiR5g5>

- Souza, M., Posada, S., y Lucio, P. (2019). Neuroeducación: una propuesta pedagógica para la educación infantil. *Análisis. Revista Colombiana de Humanidades*, 51(94), 159-179. <https://bit.ly/3VZNRxf>
- Swartz, J., Costa, L., Beyer, K., Reagan, R., y Kallick, B. (2013). *El aprendizaje basado en el pensamiento: cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. Biblioteca Innovación Educativa. <https://bit.ly/3KmiCHh>
- Valerio, G., Jaramillo, J., Caraza, R., y Rodríguez, R. (2016). Principios de neurociencia aplicados en la educación universitaria. *Formación Universitaria*, 9(4), 75-82. <https://bit.ly/3HrorBJ>
- Vélez, F., y Ruiz, J. (2021). Metacognición: un fenómeno estratégico para la enseñanza y el aprendizaje. *Puriq*, 3(1), 93-103. <https://bit.ly/3RvvHLB>
- Vélez, W., Quinde, G., Veintimilla, A., Saltos, F., & Haz, D. (2025). Intervenciones neurocientíficas en la Educación Física inicial: una vinculación bibliométrica de su impacto en el desarrollo del aprendizaje temprano. *Retos*. <https://doi.org/10.47197/retos.v71.117416>
- Waipan, L., y Carminati, M. (2012). *Integrando la neuroeducación en el aula* (1.ª ed., Vol. 1). Bonum. <https://bit.ly/3S9FM6W>
- Yandun, J., y Moya, M. (2024). La neuroeducación como herramienta fundamental en las instituciones educativas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(2), 1796-1807. <https://bit.ly/3xCToGy>
- Yáñez, P. (2016). El proceso de aprendizaje: fases y elementos fundamentales. *San Gregorio*, 1(11), 71-81. <https://bit.ly/3UJPz4T>
- Yoldi, A. (2015). Las funciones ejecutivas: hacia prácticas educativas que potencien su desarrollo. *Páginas de Educación*, 8(1), 72-98. <https://bit.ly/4sjGFuH>
- Zambrana, M. (2020). Estrategia didáctica para mejorar la atención en clases en estudiantes de enseñanza secundaria. *Revista Ecuatoriana De Psicología*, 3(6), 88–103. <https://doi.org/10.33996/repsi.v3i6.36>

9. GLOSARIO DE TÉRMINOS NEUROEDUCATIVOS

- **Atención selectiva.** Capacidad del sistema nervioso para concentrar los recursos cognitivos en un estímulo relevante mientras filtra la información irrelevante del entorno circundante.
- **Corteza prefrontal.** Porción anterior del lóbulo frontal que alberga las funciones ejecutivas, incluyendo la planificación, la toma de decisiones, el control inhibitorio y la memoria de trabajo.
- **d de Cohen.** Medida estandarizada del tamaño del efecto que expresa la diferencia entre dos medias en unidades de desviación estándar. Se interpreta como pequeño (0,20), mediano (0,50) o grande (0,80 o superior).
- **Diseño cuasiexperimental.** Diseño de investigación que incluye la manipulación de una variable independiente, pero carece de asignación aleatoria de los participantes a los grupos de estudio.
- **Dopamina.** Neurotransmisor vinculado al circuito de recompensas que intensifica la concentración y consolida el almacenamiento de información reciente en la memoria a largo plazo.
- **ENEPID.** Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica, diseñada por Díaz (2023), que evalúa el nivel neuroeducativo de la práctica docente en once dimensiones diferenciadas.
- **Flexibilidad cognitiva.** Función ejecutiva que permite alternar entre patrones de pensamiento o reglas de respuesta cuando las demandas de la tarea o del entorno cambian.
- **Funciones ejecutivas.** Conjunto de procesos cognitivos de alto nivel —planificación, organización, control inhibitorio, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva— que permiten autorregular la conducta para alcanzar metas.
- **Hipocampo.** Estructura del sistema límbico implicada en la consolidación de la memoria declarativa, actuando como intermediario entre la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo.

- **Memoria de trabajo.** Sistema cognitivo de capacidad limitada que mantiene y manipula temporalmente la información necesaria para la realización de tareas cognitivas complejas.
- **Memoria narrativa.** Capacidad para codificar, organizar y evocar material verbal estructurado en formato de relato, integrando codificación semántica, secuenciación temporal y recuperación guiada.
- **NEPSY-II.** Batería neuropsicológica estandarizada (Developmental NEuroPSYchological Assessment, Second Edition) destinada a evaluar el desarrollo neuropsicológico de niños entre 3 y 16 años en seis dominios funcionales.
- **Neurodidáctica.** Disciplina que traduce los principios establecidos por la neurociencia cognitiva en estrategias pedagógicas concretas y aplicables en el contexto del aula.
- **Neuroeducación.** Campo transdisciplinario que integra conocimientos de la neurociencia, la psicología y la pedagogía con el propósito de fundamentar científicamente las prácticas educativas.
- **Neuroplasticidad.** Propiedad del sistema nervioso que le permite reorganizar su estructura y su funcionamiento en respuesta a la experiencia, constituyendo el fundamento biológico del aprendizaje.
- **NeuroLink.** Guía neurodidáctica de dieciséis bloques temáticos diseñada para integrar los principios de la neurociencia en la planificación microcurricular de Educación Inicial y EGB.
- **Planificación microcurricular.** Nivel más específico de planificación educativa dentro del sistema ecuatoriano, que organiza contenidos, destrezas, estrategias metodológicas y criterios de evaluación a nivel de aula.
- **Puntuación escalar.** En la NEPSY-II, puntuación estandarizada con media de 10 y desviación estándar de 3, clasificada en cinco niveles: por encima (13-19), esperado (8-12), límite (6-7), por debajo (4-5) y muy por debajo (1-3).
- **Sinapsis.** Estructura funcional donde se produce la comunicación entre neuronas mediante la liberación de neurotransmisores desde el terminal axónico presináptico hacia la dendrita postsináptica.

- **Sistema límbico.** Conjunto de estructuras cerebrales —hipocampo, amígdala, tálamo, hipotálamo— que median el procesamiento emocional y participan en la consolidación de la memoria.
- **V de Aiken.** Coeficiente estadístico que cuantifica el grado de acuerdo entre jueces expertos sobre la validez de contenido de un instrumento. Valores iguales o superiores a 0,80 indican validez satisfactoria.

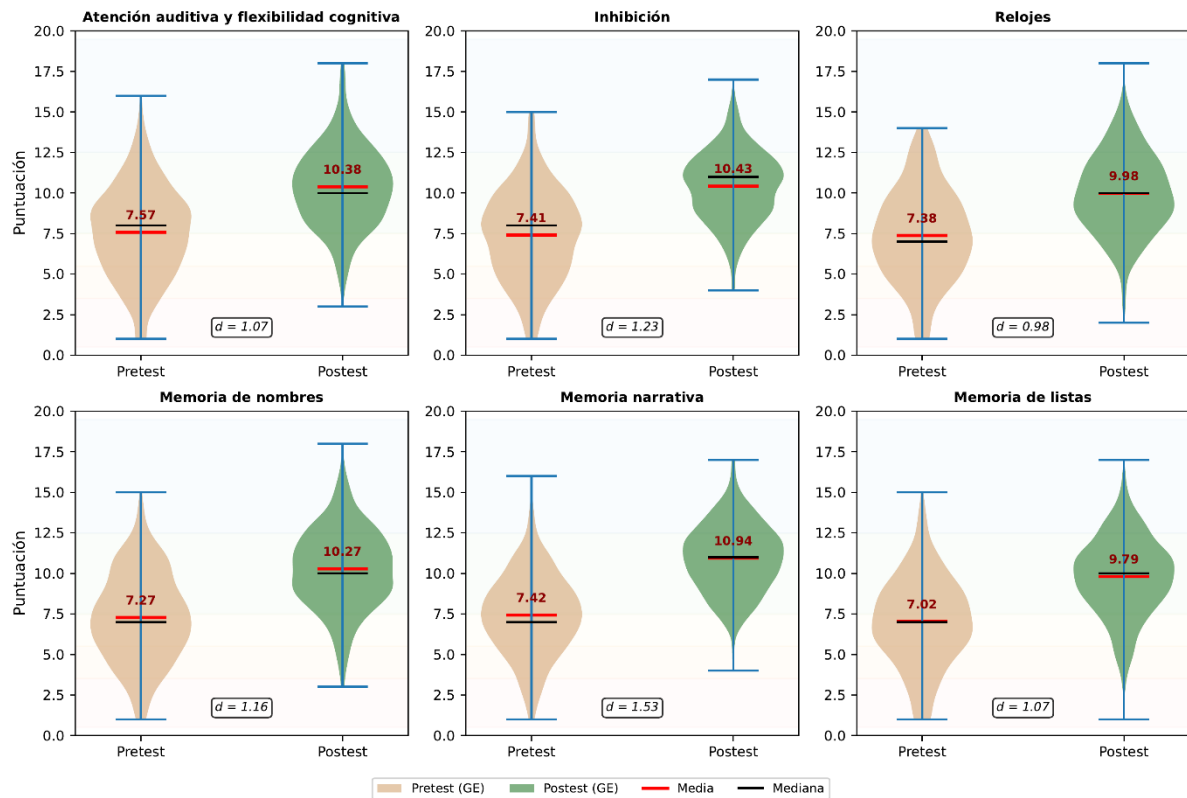
10. ANEXOS

Anexo 1. Guía neurodidáctica “NeuroLink: La neurociencia al alcance de un clic”



“Respira, descansa, vive el presente, aprende, explora, investiga, inspira y transforma”. *Elian Hernández*

Anexo 2. Distribución de puntuaciones del grupo experimental (pretest vs. postest) mediante diagramas de violín NEPSY-II



Anexo 3. *Cuestionario sobre conocimiento y aplicación de principios neurocientíficos en la práctica docente*

Datos generales del instrumento

criterio	Descripción
Denominación	Cuestionario sobre conocimiento y aplicación de principios neurocientíficos en la práctica docente
Tipo de instrumento	Cuestionario de base estructurada con escala tipo Likert de 5 puntos
Autores	Obra colectiva — 11 autores
Población objetivo	Docentes de Educación Inicial y Educación General Básica
Aplicación	Individual, presencial, autoaplicada
Duración estimada	10 a 15 minutos
Número de ítems	12 ítems distribuidos en 2 dimensiones
Escala de respuesta	1 = Nunca, 2 = Casi nunca, 3 = A veces, 4 = Casi siempre, 5 = Siempre
Validación	Validez de contenido por cinco jueces expertos (V de Aiken = 0,89)
Confiabilidad	Alfa de Cronbach global: $\alpha = 0,87$
Institución de aplicación	Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa», Loja, Ecuador
Población aplicada	56 docentes (30 GC jornada matutina + 26 GE jornada vespertina)

Propiedades psicométricas del instrumento

Validez de contenido

La validez de contenido del cuestionario fue evaluada mediante el juicio de cinco expertos con formación de cuarto nivel en las áreas de neurociencia educativa, psicología educativa y metodología de la investigación. Cada experto calificó la pertinencia, claridad, coherencia y suficiencia de los doce ítems utilizando una escala ordinal de cuatro niveles. Se calculó el coeficiente V de Aiken para cada ítem y para el instrumento global, obteniéndose un valor global de $V = 0,89$, que supera el umbral de 0,80 propuesto por Ecurra (1988) como indicador de validez satisfactoria. Ningún ítem obtuvo un coeficiente inferior a 0,82, lo que permitió conservar la totalidad de los reactivos sin necesidad de reformulaciones sustanciales.

Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento fue estimada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, calculado a partir de las respuestas de los 56 docentes participantes en el estudio. El coeficiente global alcanzó un

valor de $\alpha = 0,87$, clasificado como «bueno» según los criterios de George y Mallery (2003). El análisis por dimensiones arrojó los siguientes resultados: la Dimensión 1 (conocimiento sobre neurociencia, ítems 1-6) obtuvo $\alpha = 0,84$, y la Dimensión 2 (frecuencia de aplicación de principios neurocientíficos, ítems 7-12) obtuvo $\alpha = 0,85$. Ambos valores superan el umbral de 0,70 establecido por Nunnally y Bernstein (1994) como nivel mínimo aceptable para instrumentos de investigación en ciencias sociales.

Tabla 28

Propiedades psicométricas del cuestionario docente

Indicador	Dimensión 1	Dimensión 2	Global
Número de ítems	6	6	12
Alfa de Cronbach (α)	0,84	0,85	0,87
V de Aiken (global)	0,88	0,90	0,89
Clasificación (George y Mallery)	Bueno	Bueno	Bueno
N (docentes)	56	56	56

Nota. Elaborado por los autores. Dimensión 1: conocimiento sobre neurociencia (ítems 1-6). Dimensión 2: frecuencia de aplicación (ítems 7-12).

CUESTIONARIO SOBRE CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE PRINCIPIOS NEUROCIÉNTIFICOS

Dirigido a docentes de Educación Inicial y Educación General Básica

Estimado/a docente: El presente cuestionario tiene como propósito recopilar información sobre su conocimiento acerca de la neurociencia aplicada a la educación y la frecuencia con la que usted implementa principios neurocientíficos en su práctica pedagógica. La información proporcionada será tratada con absoluta confidencialidad y utilizada exclusivamente con fines investigativos. Le solicitamos responder cada enunciado con la mayor sinceridad posible, seleccionando la opción que mejor refleje su situación actual. No existen respuestas correctas o incorrectas.

Datos del docente

Nombre: _____ Fecha: _____

Área/asignatura: _____ Jornada: Matutina Vespertina

Nivel educativo: Educación Inicial EGB Elemental EGB Media EGB Superior

Nivel de formación: Tercer nivel Magíster Doctor/PhD

Escala de valoración: 1 = Nunca | 2 = Casi nunca | 3 = A veces | 4 = Casi siempre | 5 = Siempre

DIMENSIÓN 1: CONOCIMIENTO SOBRE NEUROCIENCIA EDUCATIVA

(Ítems 1 al 6)

N.º	Ítem	1	2	3	4	5
1	Poseo conocimientos sobre los fundamentos de la neurociencia y su importancia para comprender cómo funciona el cerebro de mis estudiantes durante el proceso de aprendizaje.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Conozco el concepto de neuroplasticidad y comprendo de qué manera las experiencias de aprendizaje que diseño en el aula pueden modificar las conexiones neuronales de los estudiantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Identifico los neurotransmisores que participan en el proceso de aprendizaje —dopamina, serotonina, acetilcolina y noradrenalina— y comprendo cómo el circuito de recompensas influye en la motivación y la consolidación de nuevos conocimientos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Distingo entre la neurociencia rigurosa y los neuromitos más frecuentes en el ámbito educativo, tales como la idea de que solo usamos el diez por ciento del cerebro o la clasificación rígida de estudiantes según su hemisferio cerebral dominante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Comprendo el papel que desempeñan las funciones ejecutivas —planificación, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo— en el rendimiento académico y en la autorregulación del comportamiento de los estudiantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Conozco las dimensiones del nivel neuroeducativo propuestas en la Escala ENEPID y entiendo cómo la atención, las emociones, la curiosidad y los períodos atencionales influyen en la calidad del aprendizaje.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DIMENSIÓN 2: FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE PRINCIPIOS NEUROCIÉNTIFICOS

(Ítems 7 al 12)

N.º	Ítem	1	2	3	4	5
7	Integro en mis planificaciones microcurriculares y planes de clase estrategias que consideran los períodos atencionales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	de los estudiantes, alternando actividades de alta y baja demanda cognitiva para evitar la fatiga mental.					
8	Diseño actividades que fomentan la conexión emocional del estudiante con el contenido, utilizando recursos como el juego, el arte, el movimiento y situaciones de la vida cotidiana que activan el circuito de recompensas y facilitan la consolidación en la memoria a largo plazo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Implemento estrategias orientadas al desarrollo de las funciones ejecutivas de los estudiantes, incluyendo actividades que requieren planificación, toma de decisiones, control de impulsos, organización de información y flexibilidad para cambiar entre distintos patrones de respuesta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Utilizo técnicas de regulación emocional y activación del sistema parasimpático —como ejercicios de respiración, pausas activas, mindfulness o relajación— al inicio o durante las sesiones de clase, con el propósito de generar un estado mental favorable para el aprendizaje.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Promuevo la metacognición en mis estudiantes mediante preguntas reflexivas, actividades de autoevaluación y estrategias que les permitan tomar conciencia de cómo aprenden, qué dificultades enfrentan y qué recursos pueden emplear para superarlas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Aplico los principios de la neuroeducación al evaluar el aprendizaje de los estudiantes, valorando no solo el rendimiento académico sino también la dedicación, la persistencia y el progreso individual, y fomentando una mentalidad de crecimiento donde el error se reconoce como parte natural del proceso de aprender.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones adicionales (opcional):

Criterios de interpretación de las puntuaciones

Las puntuaciones obtenidas se interpretan conforme a los siguientes rangos, calculados sobre la base del puntaje máximo posible por dimensión (30 puntos) y global (60 puntos):

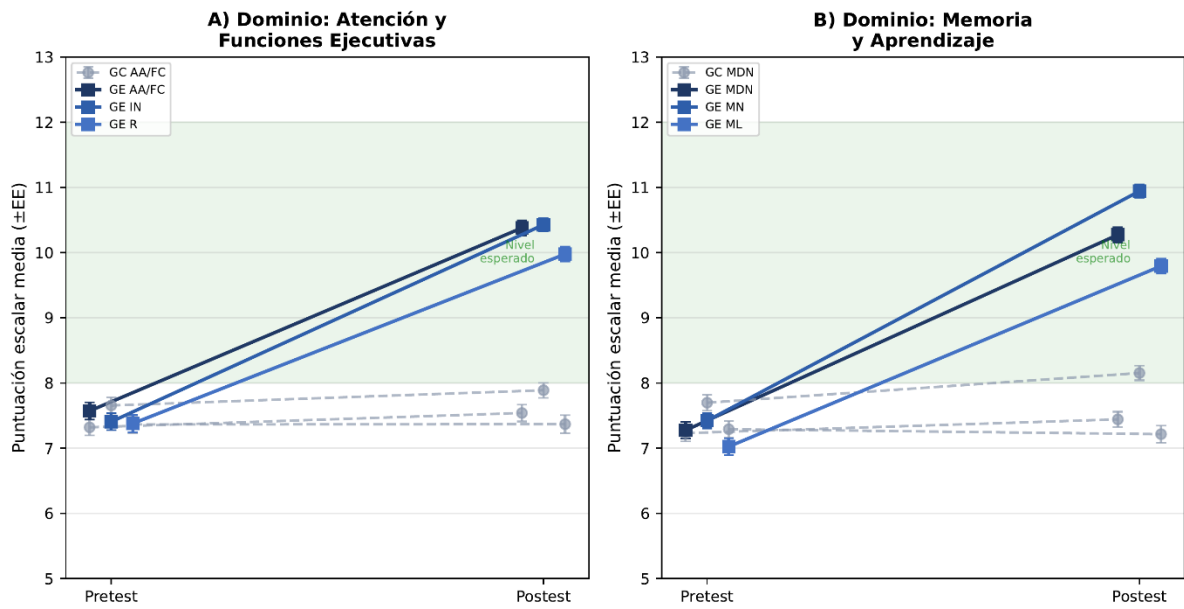
Rango de puntuación	Nivel	Interpretación
1,00 – 1,80	Deficiente	El docente carece de conocimiento o no aplica principios neurocientíficos en su práctica.
1,81 – 2,60	Bajo	El conocimiento o la aplicación son esporádicos y no están integrados de manera sistemática.
2,61 – 3,40	Moderado	Existe un nivel intermedio de conocimiento o aplicación, con margen importante de mejora.
3,41 – 4,20	Alto	El docente demuestra conocimiento sólido y aplica con regularidad principios neurocientíficos.
4,21 – 5,00	Óptimo	El docente posee conocimiento profundo y aplica de forma constante y sistemática los principios de la neurociencia en su práctica pedagógica.

Nota. Elaborado por los autores. Rangos calculados sobre la media aritmética del puntaje por ítem.

Firma del docente: _____

Fecha de aplicación: _____

Anexo 4. Barras de error: ± 1 error estándar



Anexo 5. Escala Neuroeducativa para la Planeación y la Intervención Didáctica (ENEPID) Adaptada de Díaz (2023)

Clasificación: Deficiente (1), Muy bajo (2), Bajo (3), Medio (4), Alto (5), Muy alto (6) e Ideal (7)

Dimensión	Ítem	Asignatura	Deficiente	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Ideal	
Atención	Se fomenta la atención del estudiante al emplear recursos educativos que consideran factores como el tamaño, la ubicación, la distinción, la disparidad, el contraste, la luminosidad, la innovación, entre otros.	Matemáticas								
		Lengua y Literatura								
		Ciencias Naturales								
		Estudios Sociales								
	Se emplean técnicas y estrategias que incluyen elementos paralingüísticos como pausas y variaciones en el ritmo, gestos y movimientos de manos de naturaleza kinestésica, así como ajustes en la distancia entre el/la docente y los alumnos, lo que se conoce como proémica.	Matemáticas								
		Lengua y Literatura								
		Ciencias Naturales								
		Estudios Sociales								
	Las actividades han sido planificadas de modo que fomenten la diversidad de formas de atención, ya sea focalizada, sostenida, selectiva, alternante o dividida.	Matemáticas								
		Lengua y Literatura								
		Ciencias Naturales								
		Estudios Sociales								
	Se llevan a cabo acciones destinadas a activar el sistema parasimpático, como la regulación de la respiración y la promoción de la relajación, con el propósito de inducir un	Matemáticas								
		Lengua y Literatura								
		Ciencias Naturales								

	estado mental favorable en los estudiantes, lo que facilita el desarrollo de su capacidad de concentración.	Estudios Sociales
Curiosidad	Se plantea la implementación de alguna estrategia al comienzo de la clase que despierte la curiosidad con el propósito de captar el interés del estudiante hacia el tema.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
	Se fomenta la curiosidad mediante la incorporación de herramientas educativas novedosas.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
	Se incorporan actividades en las cuales no se detallan explícitamente los pasos a seguir, fomentando así que el estudiante descubra el proceso por sí mismo.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
Ciencias Naturales		
Estudios Sociales		
Las actividades generan un grado manejable de incertidumbre que fomenta el pensamiento exploratorio y el interés.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
Ciencias Naturales		
Estudios Sociales		
Las actividades generan una situación de conflicto cognitivo en la que se proporciona información que concuerda con el conocimiento previo, pero al mismo tiempo, existe la oportunidad de generar conocimientos nuevos.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
Ciencias Naturales		
Estudios Sociales		
Se incorpora alguna tarea o desafío que se diferencia de las actividades habituales en el salón de clases.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
Ciencias Naturales		
Estudios Sociales		
	Se emplean diversos formatos, que incluyen texto, videos, juegos, adivinanzas y otros, para comunicar la información a los estudiantes.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales

Diseño universal para el aprendizaje	Las secuencias didácticas permiten variabilidad en la manera en que los estudiantes participan en las actividades.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Elabora y diseña estrategias generales teniendo en consideración a estudiantes que enfrentan obstáculos en su proceso de aprendizaje y participación, sin embargo, evitando plantear actividades que los marginen.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Considera las necesidades, inquietudes, aptitudes y destrezas de los estudiantes al planificar la(s) actividad(es).	Matemáticas
		Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Se estimula al estudiante a participar en las actividades de la clase de diversas maneras, brindándole la libertad de elección.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Se fomenta la motivación del estudiante para aprender al brindarle la libertad de demostrar su aprendizaje de la forma que él elija.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Se incentiva al alumno mediante la provisión de recursos didácticos cuidadosamente diseñados y preparados.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
La planificación o práctica docente fomenta los diversos modos de atención al considerar las emociones en el proceso de aprendizaje.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Se previenen circunstancias que generen altos niveles de ansiedad y estrés en los estudiantes.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	

Emociones	Se elaboran actividades que generen una fuerte conexión emocional en el estudiante con el propósito de reforzar los aprendizajes en la memoria a largo plazo a través de las emociones.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Se previene que el estudiante experimente frustración frente a tareas que le parezcan excesivamente complicadas.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Las actividades fomentan la mentalidad de crecimiento, donde el aprendizaje se percibe como el producto de un proceso que contribuye al desarrollo cognitivo, emocional y conductual.	Matemáticas
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Las actividades posibilitan que el alumno establezca una conexión emocional o de atracción hacia el tema.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Se contemplan actividades en las cuales el estudiante se involucra de manera especialmente activa.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Se evita clasificar a los estudiantes como el listo, incompetente, lento, perezoso, etc.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Los contenidos se relacionan con otros temas, ya sea de la misma materia o de diferentes asignaturas.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Se emplea el juego como un medio para acercar el aprendizaje a los estudiantes.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
Funciones ejecutivas	Se incorporan acciones que fomentan el pensamiento lógico, la toma de decisiones y la contemplación.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
	Estudios Sociales	
Se incorporan actividades que fomentan la flexibilidad mental, la planificación y la realización de dos	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	

	funciones cognitivas al mismo tiempo.	Estudios Sociales
	La secuencia didáctica fomenta la inhibición de los impulsos negativos como un medio para reforzar la autorregulación.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Se fomenta el pensamiento lógico como la habilidad de extraer deducciones a partir de la realidad y tomar acciones en concordancia.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Se promueve que el estudiante mejore sus habilidades en las funciones ejecutivas, que comprenden tareas mentales complejas como la planificación, la organización, la dirección, la revisión, la elaboración de planes y la evaluación con el fin de lograr objetivos.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
Estudios Sociales		
Memoria	Se retoman aprendizajes, ya sean obtenidos durante la actividad o en actividades anteriores.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Se fomenta la estimulación de la memoria episódica al evocar recuerdos conscientes de eventos experimentados, es decir, de las vivencias y memorias.	Matemáticas
		Lengua y literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Se promueve la estimulación de la memoria semántica al inducir al estudiante a recuperar conceptos, definiciones y significados.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
Se logra que la información que se almacena en la memoria de corto plazo sea asimilada en la memoria a largo plazo mediante	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	

	la repetición activa o al imprimir una carga emocional intensa.	Estudios Sociales
	Se engloban actividades en las cuales se requiere el uso de la memoria a corto plazo para responder de manera inmediata a situaciones apremiantes.	Matemáticas Lengua y Literatura Ciencias Naturales Estudios Sociales
Aprendizaje	Se consideran todos los modos de aprendizaje, no solamente el auditivo, visual y kinestésico.	Matemáticas Lengua y Literatura Ciencias Naturales Estudios Sociales
	Se promueve la activación de las neuronas (neurogénesis) en el hipocampo a través de la estimulación mediante la actividad física	Matemáticas Lengua y Literatura Ciencias Naturales Estudios Sociales
	El alumno consigue avanzar en su proceso de aprendizaje (navegar por la zona de desarrollo próximo).	Matemáticas Lengua y Literatura Ciencias Naturales Estudios Sociales
	El estudiante alcanza el crecimiento cognitivo al adquirir conocimiento y experiencia a través del aprendizaje.	Matemáticas Lengua y Literatura Ciencias Naturales Estudios Sociales
	El estudiante alcanza la transición desde su nivel de desarrollo actual al nivel de desarrollo potencial a través de la resolución autónoma de problemas y la colaboración con compañeros que tienen un mayor desarrollo cognitivo (zona de desarrollo próximo).	Matemáticas Lengua y Literatura Ciencias Naturales Estudios Sociales
	El alumno consigue potenciar tanto su capacidad cognitiva como su inteligencia emocional al concluir las actividades de la secuencia didáctica.	Matemáticas Lengua y Literatura Ciencias Naturales Estudios Sociales
	Se fomenta la creación de conocimiento a partir de vivencias y destrezas	Matemáticas Lengua y Literatura

que puedan ser empleadas en el futuro para afrontar situaciones más desafiantes.	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Las actividades tienen como objetivo tanto la obtención de conocimientos como el fomento de habilidades, aptitudes y destrezas, además de promover la adquisición de valores.	Matemáticas
	Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Se considera el cuerpo como una parte activa en el proceso cognitivo, ya que actúa como el punto de conexión entre el cerebro y el entorno.	Matemáticas
	Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Se considera al estudiante como una unidad corpórea que engloba su cuerpo, cerebro, mente y entorno.	Matemáticas
	Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Se busca prevenir la fortificación de patrones de pensamiento adversos como "no tengo habilidad en matemáticas" o "carezco de creatividad".	Matemáticas
	Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Se busca fomentar entornos positivos al reconocer la importancia de cometer errores en el proceso de aprendizaje y proporcionar la confianza necesaria para seguir avanzando.	Matemáticas
	Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Se fomenta la adquisición de nuevas destrezas como un medio para impulsar la flexibilidad cognitiva.	Matemáticas
	Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Se pretende que los estudiantes adquieran y cultiven métodos de aprendizaje que difieran de los que están familiarizados.	Matemáticas
	Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Se fomenta la idea de que el estudiante se	Matemáticas
	Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales

	aventure más allá de su zona de confort.	Estudios Sociales
Docente	El profesor desempeña el papel de intermediario en la entrega de los materiales educativos, eligiendo, creando y ofreciendo el contenido de la lección en una variedad de formatos.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
	El docente fomenta el aprendizaje basado en la experiencia en lugar de la instrucción directa.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
Ciencias Naturales		
Estudios Sociales		
El profesor desempeña el papel de estimulador y motivador.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
Ciencias Naturales		
Estudios Sociales		
El maestro desempeña un papel continuo al facilitar y fomentar las experiencias de aprendizaje de los alumnos.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
Ciencias Naturales		
Estudios Sociales		
El docente se esfuerza por encontrar, elegir, ajustar, generar o concebir recursos educativos que se ajusten a las preferencias de los alumnos.	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	
Ciencias Naturales		
Estudios Sociales		
Evaluación	Se evalúa el desempeño académico, la dedicación desde una perspectiva empática, así como la persistencia y la tenacidad.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
	Ciencias Naturales	
Se busca valorar el logro del estudiante en función de su dedicación en lugar de su desempeño académico.	Estudios Sociales	
	Matemáticas	
Se pretende que las actividades no solo impartan conocimiento, sino que fomenten la formación de nuevas conexiones neuronales que capaciten al estudiante para abordar desafíos más difíciles en el porvenir.	Lengua y Literatura	
	Ciencias Naturales	
	Estudios Sociales	
		Matemáticas

Períodos atencionales	La información que se proporciona se divide en fragmentos más manejables y fáciles de comprender.	Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Se establecen pausas programadas entre una actividad y la siguiente.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	La mayoría de actividades no superan los 20 minutos en duración.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
Planeación didáctica	La planificación y la ejecución de actividades educativas tienen como objetivo principal fomentar la motivación intrínseca.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	La planificación o ejecución de actividades educativas reconoce la importancia del aprendizaje social en el funcionamiento del cerebro, por lo tanto, se fomentan actividades colaborativas que permiten a cada estudiante aprender de manera independiente.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Se excluyen actividades que tienen un nivel de complejidad demasiado elevado o muy bajo, considerando en su lugar el nivel cognitivo del grupo.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
		Estudios Sociales
	Las estrategias propuestas en su planificación educativa abarcan enfoques didácticos y metodológicos efectivos que fomentan la adquisición de conocimientos mediante la aplicación del aprendizaje basado en el funcionamiento cerebral.	Matemáticas
		Lengua y Literatura
		Ciencias Naturales
	Estudios Sociales	
Su enfoque educativo fomenta el crecimiento cognitivo, abarcando la	Matemáticas	
	Lengua y Literatura	

adquisición de conocimientos, habilidades, destrezas, valores y competencias.	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
Se consideran las preferencias, pasiones, intereses, entorno y estados emocionales de los estudiantes al elaborar o elegir los recursos educativos.	Matemáticas
	Lengua y Literatura
Se pretende que la secuencia didáctica avance desde la curiosidad inicial hacia la captación de la atención y la estimulación de la motivación, culminando en la obtención de la satisfacción, el almacenamiento en la memoria y el logro del aprendizaje.	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales
La planificación educativa involucra la incorporación de actividades innovadoras o inesperadas destinadas a despertar la curiosidad y el interés de los estudiantes.	Matemáticas
	Lengua y Literatura
Se emplean enfoques educativos que previenen la monotonía, como la gamificación, la música, las artes, la incorporación de tecnología, la enseñanza a través de proyectos, desafíos, investigación, y la promoción del aprendizaje en colaboración, entre otros métodos activos.	Ciencias Naturales
	Estudios Sociales

SEMBLANZAS BIOGRÁFICAS DE LOS AUTORES



Elian Jamil Hernández Cueva

Educador con más de cuatro años de intervención directa con menores y adolescentes en situación de vulnerabilidad educativa, provenientes principalmente de comunidades rurales e indígenas de Loja, Ecuador. Licenciado en Ciencias de la Educación Básica con promedio de 9,80/10 (top 2% Universidad Nacional de Loja). Autor de más de 17 publicaciones científicas en neuroeducación y metodologías activas (2023–2026) en revistas indexadas nacionales e internacionales y scopus. Amplia experiencia en apoyo a procesos de evaluación con instrumentos WISC-V y NEPSY-II, diseño de estrategias pedagógicas diferenciadas para estudiantes con necesidades educativas especiales, y coordinación de programas de becas educativas. Investigador activo registrado en el Sistema Nacional de Investigadores (SENESCYT). Comprometido con la construcción de modelos de intervención temprana con menores en situación de desprotección y conflicto social que articulen evaluación psicopedagógica, acompañamiento socioeducativo y marco normativo de protección, sostenibles y replicables en contextos de escasos recursos.



Carlos Eduardo Rojas Pérez

Licenciado en Pedagogía del Idioma Inglés por la Universidad Estatal de Milagro; Ingeniero en Sistemas Informáticos y Computación por la Universidad Técnica Particular de Loja; Máster Universitario en Educación Especial por la Universidad Internacional de La Rioja; Magíster en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros, mención en Enseñanza del Idioma Inglés, por la Universidad Casa Grande; Máster Universitario en Tecnología Educativa y Competencias Digitales por la Universidad Internacional de La Rioja; Diplomado en TIC y Discapacidad por la Universidad Politécnica Salesiana; y Doctorando en Educación por la Universidad Católica de Santa Fe. Autora de varios capítulos de libro y artículos científicos en revistas indexadas y scopus.



María Angélica Idrobo Gutiérrez

PhD. en Psicología y Salud por la Universidad Miguel Hernández. Magíster en Terapia Psicológica con Niños y Adolescentes y especialista en Neuropsicología Infantojuvenil. Se desempeña como docente universitaria y psicoterapeuta infantojuvenil, dedicando su vida profesional al acompañamiento y bienestar emocional de niños, adolescentes y sus familias. Su vocación está guiada por un propósito claro: contribuir a la construcción de infancias y adolescencias más saludables, que permitan formar adultos resilientes. Autora de varios libros y artículos científicos en revistas indexadas y scopus.



Esmeralda Jara Saraguro

Tecnóloga en Educación Primaria. Líder Educativa en la Escuela de Educación Básica Capitán Martín. Autora del artículo "Efecto de un Programa de Estimulación Neurocognitiva en la Competencia Lectoescritora en Estudiantes de Décimo Grado de Educación Básica"



Sisa Pacari Minga Guamán

Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja. Maestrante en Educación de Bachillerato mención en Pedagogía de las Ciencias Sociales en la Universidad Estatal de Milagro. Autora del Trabajo de Integración Curricular titulado "La fábula, recurso didáctico eficaz para fortalecer la práctica de valores en el cuarto grado de Educación General Básica". Autora del artículo científico: Neurodidáctica en Educación Básica: percepción docente, formación y aplicación pedagógica.



Alisson Mishelle Pardo Gualan

Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja. Autora del Trabajo de Integración Curricular titulado: "Escritura creativa para el fortalecimiento de competencias comunicacionales, en sexto grado, Escuela Matilde Hidalgo de Procel, periodo 2024-2025".



Anshely Mayte Romero Guevara

Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja. Maestrante en Gestión Educativa con mención en Organización, Dirección e Innovación de los Centros Educativos en la Universidad Estatal de Milagro. Autora del Trabajo de Integración Curricular titulado: "La gamificación para la enseñanza-aprendizaje de Lengua y Literatura en sexto grado, Escuela Matilde Hidalgo de Procel, Loja 2024- 2025". Autora de dos artículos científicos relacionados al área de Educación.



Susana Belén Muñoz Bravo

Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja. Autora del artículo científico "Estrategias Neurodidácticas para el Aprendizaje del Álgebra y Funciones: Un Estudio Cuasixperimental Longitudinal en Décimo Grado. Autora del Trabajo de Integración Curricular titulado: "Estrategias didácticas para fortalecer el aprendizaje de Lengua Literatura en séptimo grado, Escuela de Educación General Básica Teniente Hugo Ortiz", 2024-2025".



Diego Andrés Pardo Merino

Licenciado en Ciencias de la Educación mención Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja. Maestrante en Docencia e Investigación en Educación Superior en la Universidad Estatal de Milagro. Autor del Trabajo de Integración Curricular titulado: "Estrategias didácticas selectas para el fortalecimiento de la expresión escrita: un reto para docente y estudiantes del quinto grado de Educación General Básica". Autor del artículo científico: Educar más allá de la IA: Curiosidad, Pensamiento Crítico y Creatividad en Ecuador.



Nayely Yimabel Carrión Celi

Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja. Autora de varios artículos científicos y capítulos de libros en revistas indexadas abordando diversas temáticas dentro del campo de las Neurociencias. Mejor egresada de la Carrera de Educación Básica periodo 2020-2024. Autora del Trabajo de Integración Curricular titulado "El método viso-audio-motor-gnóstico: un proceso didáctico para superar la disortografía".



Willan Danilo Carrión Celi

Licenciado en Ciencias de la Educación mención Educación Básica por la Universidad Nacional de Loja. Autor de varios artículos científicos y capítulos de libros en revistas y editoriales indexadas. Autor del Trabajo de Integración Curricular titulado: "LA DISGRAFÍA Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LOS ESTUDIANTES DEL ÁREA DE LENGUA Y LITERATURA DEL SEXTO GRADO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA DE LA ESCUELA FISCOMISIONAL "LUIS ENRIQUE CÓRDOVA" DEL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA EL ORO, AÑO LECTIVO 2014-2015. Desde el 1 de mayo del 2017 hasta la actualidad ingresó al magisterio, trabajó en la Unidad Educativa Febres Cordero, ubicada en el cantón Marcabellí. Actualmente, trabaja en la Unidad Educativa "Luz Victoria Rivera deMora" ubicada en el cantón Balsas.



María Bernarda Calva Jiménez

Soy María Bernarda Calva Jiménez, aunque todos me llaman Berni. Nací el 9 de septiembre de 1993 en el cantón Espíndola, parroquia Jimbura. Mis padres son Juan Calva e Isolina Jiménez, y tengo la fortuna de ser la sexta de doce hermanos. Estudié banca y finanzas en el Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, y también Ciencias de la Educación en la Universidad Nacional de Loja. Mi vocación es enseñar con amor y sabiduría, compartiendo conocimientos y formando corazones. Autora del Trabajo de Integración Curricular titulado: Estrategias didácticas para el aprendizaje de Ciencias Naturales, sexto grado de Educación General Básica. Unidad Educativa Manuel Ignacio Monteros Valdivieso. Loja. 2024- 2025. Autora del artículo científico titulado: PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA EN LA ENSEÑANZA DE LENGUA Y LITERATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA publicado en una revista indexada internacionalmente.



Cómo citar esta obra: Hernández, E., Rojas, C., Idrobo, M., Jara, E., Minga, S., Pardo, A., Romero, A., Muñoz, S., Pardo, D., Carrión, N., Carrión, W., & Calva, (2026). Cerebros que aprenden: Neurociencia, aula y transformación educativa. *Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología (RICESO)*, 1(1), 1-139.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0). Se permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre que se reconozca adecuadamente la autoría, se incluya referencia a la licencia y no se utilice con fines comerciales.

