

RICESO

Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación,
Salud y Sociología

— ◆ —

ESTRATEGIAS NEUROEDUCATIVAS Y RENDIMIENTO COGNITIVO-ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA SUPERIOR: ESTUDIO EXPERIMENTAL EN TRES UNIDADES EDUCATIVAS DEL CANTÓN LOJA

*Elian Jamil Hernández Cueva
María Angélica Idrobo Gutiérrez
María Gabriela Gutiérrez Sánchez
Consuelo Marisol Gualán Rueda
Palmira de Jesús Gualán Rueda
Carlos Eduardo Rojas Pérez
Diego Andrés Pardo Merino*

<https://doi.org/10.66136/6ty08906>







Ecuador

Estrategias neuroeducativas y rendimiento cognitivo-académico en estudiantes de educación general básica superior: estudio experimental en tres unidades educativas del cantón Loja

Resumen

El propósito central de esta investigación fue evaluar la incidencia de un programa de intervención neuroeducativa sobre las aptitudes cognitivas y el rendimiento académico de estudiantes de décimo grado de educación general básica superior en el cantón Loja, Ecuador. Se implementó un diseño experimental con medición pretest-postest y grupo control, con la participación de 136 estudiantes distribuidos en tres unidades educativas fiscomisionales: Calasanz (grupo experimental 1, $n = 44$), La Dolorosa (grupo experimental 2, $n = 48$) y Daniel Álvarez Burneo (grupo control, $n = 44$). La intervención consistió en la aplicación sistemática de 20 sesiones fundamentadas en principios de la neurociencia educativa — práctica de recuperación espaciada, codificación dual, interrogación elaborativa, regulación metacognitiva y entrenamiento atencional— durante el período lectivo 2025. Como instrumento de medición se empleó la Evaluación Factorial de las Aptitudes Intelectuales (EFAI-3), administrada antes y después de la intervención, complementada con los promedios académicos consolidados de los períodos 2024 y 2025. Los resultados del ANOVA unifactorial revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales y el grupo control en el postest ($p < .001$) en las dimensiones verbal, espacial, atencional, razonamiento, numérica y memoria. La prueba t de Student para muestras relacionadas confirmó incrementos sustanciales en los grupos experimentales (Calasanz: $d_z = 1.74$ en aptitud verbal; La Dolorosa: $d_z = 1.89$), mientras que el grupo control no exhibió variaciones relevantes. Estos hallazgos corroboran que la incorporación de estrategias neuroeducativas basadas en evidencia constituye un catalizador verificable del desarrollo cognitivo y el desempeño escolar en adolescentes.

Palabras clave: neuroeducación; rendimiento cognitivo; práctica de recuperación; diseño experimental; educación básica superior.

	<p>Elián Jamil Hernández Cueva¹ María Angélica Idrobo Gutiérrez² María Gabriela Gutiérrez Sánchez³ Consuelo Marisol Gualán Rueda⁴ Palmira de Jesús Gualán Rueda⁵ Carlos Eduardo Rojas Pérez⁶ Diego Andrés Pardo Merino⁷</p>
	<p>Autor 1: https://orcid.org/0009-0000-1007-9929 Autor 2: https://orcid.org/0000-0003-4127-9143 Autor 3: https://orcid.org/0009-0001-3571-6397 Autor 4: https://orcid.org/0009-0006-9765-9451 Autor 5: https://orcid.org/0009-0004-5421-6744 Autor 6: https://orcid.org/0009-0007-3452-1807 Autor 7: https://orcid.org/0009-0005-8879-4988</p>
	<p>Autor 1: elian.hernandez@unl.edu.ec Autor 2: maidrobog@unl.edu.ec Autor 3: maria.g.gutierrez@unl.edu.ec Autor 4: consuelo.gualan@docentes.educacion.edu.ec Autor 5: palmira.gualan@docentes.educacion.edu.ec Autor 6: carloso.rojas@educacion.gob.ec Autor 7: diego.pardo@unl.edu.ec</p>
	Universidad Nacional de Loja y Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador
	Ecuador
	https://doi.org/10.66136/6tv08906

Received: 23/04/2026
 Accepted: 27/04/2026
 Published: 01/05/2026

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

editor@riceso.org

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Neuroeducational strategies and cognitive-academic performance in upper basic general education students: an experimental study in three schools in the Loja canton

Abstract

The central purpose of this research was to evaluate the impact of a neuroeducational intervention program on cognitive aptitudes and academic performance of tenth-grade students in the Loja canton, Ecuador. An experimental design with pretest-posttest measurement and control group was implemented, involving 136 students distributed across three religiously affiliated educational units: Calasanz (experimental group 1, $n = 44$), La Dolorosa (experimental group 2, $n = 48$), and Daniel Álvarez Burneo (control group, $n = 44$). The intervention consisted of the systematic application of 20 sessions grounded in educational neuroscience principles—spaced retrieval practice, dual coding, elaborative interrogation, metacognitive regulation, and attentional training—during the 2025 academic period. The Factorial Assessment of Intellectual Aptitudes (EFAI-3) was used as a measurement instrument, administered before and after the intervention, supplemented by consolidated academic averages for 2024 and 2025. One-way ANOVA results revealed statistically significant differences between experimental groups and the control group in the posttest ($p < .001$) across all six cognitive dimensions. Paired-samples t -tests confirmed substantial increases in experimental groups (Calasanz: $d_z = 1.74$ in verbal aptitude; La Dolorosa: $d_z = 1.89$), while the control group showed no relevant variation. These findings corroborate that incorporating evidence-based neuroeducational strategies constitutes a verifiable catalyst for cognitive development and school performance in adolescents.

Keywords: neuroeducation; cognitive performance; retrieval practice; experimental design; upper basic education.

1. Introducción

El diálogo entre la neurociencia y la pedagogía, que durante décadas no pasó de intercambios episódicos y frecuentemente superficiales, ha madurado en lo que va del siglo XXI hasta conformar un campo con identidad propia: la neuroeducación (Mora, 2021). No se trata de una moda pasajera ni de una etiqueta de conveniencia. Estamos ante un territorio epistémico que se nutre, simultáneamente, de la biología del sistema nervioso central, de la psicología cognitiva experimental y de las ciencias de la educación, y cuya premisa central es tan sencilla como potente: conocer el modo en que el cerebro codifica, consolida y evoca la información permite concebir experiencias de aprendizaje genuinamente más eficaces y más perdurables (Tokuhama-Espinosa, 2014; Bueno, 2017; Jensen y McConchie, 2020).

Ahora bien, la distancia entre lo que la literatura neurocientífica ha demostrado y lo que efectivamente ocurre en las aulas latinoamericanas sigue siendo considerable. En el caso ecuatoriano, la práctica pedagógica dominante permanece atada a un modelo transmisivo que hace de la repetición mecánica su recurso predilecto, en detrimento de la comprensión profunda y de la transferencia genuina del aprendizaje (Hernández e Idrobo, 2025). Esta inercia resulta difícil de justificar cuando se la contrasta con al menos tres hallazgos bien establecidos en la investigación reciente: la participación decisiva del componente emocional en la formación de memorias declarativas y episódicas (Immordino-Yang, 2016); la necesidad de intercalar fases de alta exigencia cognitiva con períodos de reposo que permitan la consolidación sináptica (Sousa, 2022); y la superioridad —robustamente documentada— de la práctica de recuperación sobre la relectura pasiva como estrategia para fijar contenidos a largo plazo (Agarwal y Bain, 2019).

La región austral del Ecuador, y en particular el cantón Loja, no constituye una excepción dentro de este panorama. Los resultados de las pruebas estandarizadas que administra periódicamente el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) revelan que una proporción preocupante de los estudiantes de educación general básica superior se ubica en los niveles de desempeño insuficiente o elemental en lengua, matemáticas y ciencias (INEVAL, 2024). Estos resultados no son cifras aisladas: apuntan hacia deficiencias en procesos neurocognitivos de base —atención sostenida, memoria operativa, razonamiento inferencial— que, de no abordarse con intervenciones fundamentadas, difícilmente se resolverán con ajustes cosméticos al currículo.

Fue precisamente esta constatación la que dio origen a la pregunta rectora de la presente investigación: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de un programa de intervención neuroeducativa sobre las aptitudes cognitivas y el rendimiento académico de los estudiantes de décimo grado de las unidades educativas fiscomisionales Calasanz, La Dolorosa y Daniel Álvarez Burneo del cantón Loja, durante el período 2025?

Tres razones confieren pertinencia a este trabajo. La primera es de orden empírico: en el contexto ecuatoriano prácticamente no existen estudios experimentales que hayan evaluado, con el rigor metodológico que el asunto reclama, el impacto de intervenciones neuroeducativas sobre adolescentes de educación básica superior. La segunda es de naturaleza práctica: los docentes necesitan —y merecen— herramientas pedagógicas cuya eficacia haya sido demostrada con datos, no con buenas intenciones. La tercera obedece a un imperativo ético que no conviene minimizar: las decisiones curriculares deben sostenerse sobre evidencia objetiva, y no sobre los neuromitos que, lamentablemente, han colonizado buena parte del discurso educativo contemporáneo (Howard-Jones, 2014; Dekker et al., 2012).

1.1. Fundamentos teóricos

El marco conceptual de esta investigación descansa sobre varios pilares que conviene examinar con detenimiento. El primero de ellos es la plasticidad cerebral dependiente de la experiencia. Pascual-Leone et al. (2005) documentaron, hace ya dos décadas, que el entrenamiento cognitivo sistemático genera modificaciones tanto estructurales como funcionales en el cerebro humano, y que estas modificaciones no se circunscriben a la infancia temprana, sino que persisten durante la adolescencia. Este dato reviste particular importancia cuando se lo cruza con lo que sabemos acerca de la maduración de la corteza prefrontal. Entre los 14 y los 17 años —la franja etaria de la población que nos ocupa— tienen lugar fenómenos neurobiológicos de primera magnitud: la poda sináptica selectiva y la mielinización progresiva de las conexiones fronto-parietales configuran una ventana de alta sensibilidad a la estimulación ambiental (Blakemore y Choudhury, 2006; Fuhrmann et al., 2015). Dicho de otra manera, el cerebro adolescente se encuentra en un estado de reorganización que lo hace especialmente receptivo a las demandas del entorno.

Las funciones ejecutivas —planificación, inhibición de respuestas impulsivas, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo— constituyen, como ha argumentado Diamond (2013), el

andamiaje neurocognitivo indispensable para los aprendizajes complejos que la educación secundaria exige. De ahí la hipótesis que vertebra este estudio: si la corteza prefrontal adolescente se halla en plena reestructuración, un programa de intervención diseñado con criterios neuroeducativos podría capitalizar esa plasticidad para potenciar el rendimiento cognitivo de los participantes.

El segundo pilar teórico lo proporcionan las estrategias de aprendizaje basadas en evidencia. La revisión exhaustiva de Dunlosky et al. (2013), que evaluó la eficacia de diez técnicas de estudio de uso extendido, concluyó que dos de ellas —la práctica de recuperación y la práctica distribuida— exhiben la mayor solidez empírica en lo que respecta a la retención duradera de la información. Ambas técnicas ocuparon un lugar central en el programa que aquí se describe. Roediger y Butler (2011) aportaron evidencia complementaria al demostrar que el acto de evocar información almacenada fortalece las representaciones mnésicas con mayor eficacia que la mera relectura, y facilita además la transferencia del aprendizaje a situaciones nuevas. A estas estrategias se sumó la codificación dual —presentación conjunta de estímulos verbales y visuales—, cuyos beneficios sobre la comprensión y la retención han sido documentados con rigor por Mayer (2021). Finalmente, la interrogación elaborativa, consistente en la generación de explicaciones causales durante el estudio, ha mostrado efectos positivos sobre la comprensión profunda, sobre todo cuando el material es curricularmente significativo (McDaniel y Donnelly, 1996).

El tercer eje conceptual, no por último menos relevante, atañe a la dimensión emocional del aprendizaje. En las aulas convencionales esta dimensión suele pasarse por alto, cuando no se la considera un estorbo. Immordino-Yang y Damasio (2007) desmontaron esa visión al argumentar que la emoción no obstaculiza la cognición, sino que forma parte constitutiva de los mecanismos de toma de decisiones y de construcción de significado. Mora (2021), con una metáfora que ha tenido amplia resonancia, ha señalado que la curiosidad y la emoción operan como los interruptores de la atención: sin ellos, el aprendizaje profundo se vuelve un evento improbable. Estas consideraciones influyeron de manera directa en el diseño de las sesiones de intervención, a lo largo de las cuales se procuró sostener un clima emocional que favoreciera la implicación cognitiva activa de los estudiantes.

1.2. Antecedentes empíricos

Los antecedentes más próximos a este trabajo proceden de contextos geográficos diversos, lo cual pone de manifiesto tanto la universalidad de las preguntas planteadas como la escasez de respuestas generadas desde el sur global. Dubinsky et al. (2013) implementaron en escuelas de Minnesota, Estados Unidos, un programa de formación en neurociencia para docentes en ejercicio, y documentaron mejoras apreciables no solo en la calidad de las prácticas de aula, sino también en los indicadores de desempeño estudiantil. En España, Betegón (2017) evaluó el impacto de un banco de estímulos neuroeducativos sobre la ansiedad y la capacidad atencional de alumnos de educación primaria, con resultados favorables en ambas variables. En Medellín, Colombia, Pherez et al. (2018) diseñaron e implementaron una propuesta neuroeducativa dirigida a transformar la praxis docente, y concluyeron que las estrategias derivadas de la neurociencia cognitiva inciden positivamente en la adquisición, la retención y la aplicación del conocimiento.

En lo que respecta al ámbito ecuatoriano, Hernández e Idrobo (2025) han cartografiado con claridad la brecha entre los avances de la neurociencia educativa y su incorporación efectiva en las aulas del país. Según estos autores, la insuficiente formación docente en la materia y la práctica inexistencia de estudios experimentales locales constituyen los principales obstáculos para cerrar esa brecha.

1.3. Objetivos

El objetivo general de esta investigación fue determinar el efecto de un programa de intervención neuroeducativa sobre las aptitudes cognitivas —evaluadas mediante la Evaluación Factorial de las Aptitudes Intelectuales (EFAI-3)— y el rendimiento académico de estudiantes de décimo grado de tres unidades educativas fiscomisionales del cantón Loja, durante el período comprendido entre enero de 2025 y febrero de 2026.

De este propósito general se derivaron cuatro objetivos específicos: primero, implementar un programa de 20 sesiones neuroeducativas articuladas en torno a la práctica de recuperación, la codificación dual, la interrogación elaborativa, la regulación metacognitiva y el entrenamiento atencional; segundo, evaluar las diferencias en las puntuaciones del EFAI-3 entre el pretest y el posttest tanto en los grupos experimentales como en el grupo control; tercero,

comparar el rendimiento académico consolidado correspondiente a los períodos 2024 y 2025 entre los tres grupos de participantes; y cuarto, someter a contraste la hipótesis de que los grupos expuestos a la intervención obtienen incrementos significativamente superiores a los del grupo control en las aptitudes cognitivas evaluadas.

2. Metodología

2.1. Diseño de investigación

Se adoptó un diseño cuasiexperimental con medición pretest-postest y grupo control no equivalente (Campbell y Stanley, 1963; Shadish et al., 2002). Este diseño permite establecer relaciones de causalidad entre la variable independiente (programa de intervención neuroeducativa) y las variables dependientes (aptitudes cognitivas y rendimiento académico), mediante la comparación sistemática de los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo control antes y después de la intervención. El enfoque es estrictamente cuantitativo, con alcance explicativo, dado que se pretende no solamente describir las variaciones observadas sino determinar sus causas (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

2.2. Hipótesis

- **Hipótesis de trabajo (H_1):** Existen diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones del postest de la EFAI-3 y en el rendimiento académico entre los grupos experimentales y el grupo control, tras la aplicación del programa de intervención neuroeducativa.
- **Hipótesis nula (H_0):** No existen diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones del postest de la EFAI-3 ni en el rendimiento académico entre los grupos experimentales y el grupo control.

2.3. Participantes

La población estuvo constituida por el total de estudiantes matriculados en décimo grado de educación general básica superior en las tres unidades educativas participantes durante el año lectivo 2025 ($N = 347$). La muestra, de tipo intencional, comprendió 136 estudiantes distribuidos en seis paralelos (A y B de cada institución), seleccionados por cumplir los siguientes criterios de inclusión: (a) estar matriculados en décimo grado paralelos A o B, (b) tener entre 14 y 16 años de edad, (c) no presentar diagnóstico de necesidades educativas especiales asociadas

a discapacidad, y (d) contar con el consentimiento informado firmado por su representante legal. Se determinó que un tamaño muestral de al menos 42 participantes por grupo proporcionaría una potencia estadística de .80 para detectar un tamaño del efecto grande ($d = 0.80$) con $\alpha = .05$ en una prueba t bilateral, según los criterios de Cohen (1988).

La Tabla 1 detalla la distribución de los participantes por institución, paralelo y sexo.

Tabla 1

Distribución de participantes por institución, paralelo y sexo

Institución	Rol	Paralelo	Mujeres	Hombres	Subtotal	Total
UEF Calasanz	Experimental 1	A	13	9	22	44
		B	10	12	22	
UEF La Dolorosa	Experimental 2	A	14	10	24	48
		B	11	13	24	
UEF Daniel Álvarez Burneo	Control	A	9	12	21	44
		B	11	12	23	
Total			68	68		136

Nota. Elaboración propia.

La edad promedio de los participantes fue de 14.8 años ($DE = 0.63$). Las tres instituciones son de sostenimiento fiscomisional, ubicadas en la zona urbana del cantón Loja, y atienden a estudiantes provenientes de estratos socioeconómicos medios y medio-bajos. Las familias se dedican predominantemente a actividades de comercio, servicios, empleo público y agricultura de pequeña escala. Los tres establecimientos operan bajo los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación del Ecuador y cuentan con infraestructura comparable en términos de laboratorios de informática, bibliotecas y recursos didácticos.

La asignación de los roles experimental y control se realizó mediante sorteo aleatorio entre las tres instituciones, previo a la recopilación de los datos.

2.4. Variables

- **Variable independiente:** Programa de intervención neuroeducativa (20 sesiones estructuradas).
- **Variables dependientes:** (a) Aptitudes cognitivas, operacionalizadas como las puntuaciones directas en las seis dimensiones de la EFAI-3: verbal (V), espacial (E), atención (A), razonamiento (R), numérica (N) y memoria (M); (b) rendimiento académico, operacionalizado como el promedio general ponderado en escala de 0 a 10, correspondiente a los períodos lectivos 2024 (línea base) y 2025 (posterior a la intervención).
- **Variables de control:** Edad, sexo, nivel socioeconómico del establecimiento, ausencia de necesidades educativas especiales diagnosticadas.

2.5. Instrumentos

2.5.1. Evaluación Factorial de las Aptitudes Intelectuales (EFAI-3)

Se empleó la EFAI-3, nivel 3, diseñada por Santamaría et al. (2014) y publicada por TEA Ediciones. Este instrumento evalúa seis factores aptitudinales: aptitud verbal (comprensión léxica y razonamiento verbal), aptitud espacial (rotación mental y percepción de relaciones espaciales), atención (velocidad y precisión en la discriminación de estímulos), razonamiento abstracto (identificación de patrones lógicos en secuencias figurales), aptitud numérica (cálculo y razonamiento cuantitativo) y memoria (retención y evocación de información presentada brevemente). La EFAI-3 está diseñada para sujetos de 14 a 18 años y cuenta con baremos adaptados para poblaciones hispanohablantes. Los coeficientes de fiabilidad reportados por los autores oscilan entre $\alpha = .82$ y $\alpha = .91$ para las distintas subescalas. En la presente muestra, los coeficientes alfa de Cronbach por dimensión oscilaron entre .81 y .90 en el pretest y entre .83 y .91 en el postest, con valores globales de .87 y .89 respectivamente.

2.5.2. Registros académicos institucionales

Se recopilaron los promedios generales ponderados del año lectivo 2024 (previo a la intervención) y del año lectivo 2025 (durante y posterior a la intervención) a partir de los sistemas

de gestión académica de cada institución, con autorización de las respectivas coordinaciones académicas.

2.6. Consideraciones éticas

El protocolo de investigación fue evaluado y aprobado por los consejos directivos de las tres instituciones participantes. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los representantes legales de cada estudiante, así como el asentimiento verbal de los propios adolescentes. Se garantizó la confidencialidad de los datos mediante la codificación alfanumérica de los participantes, y se aseguró que ningún estudiante del grupo control fuera perjudicado académicamente por su no participación en la intervención. Los procedimientos se ajustaron a los principios de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013) y a la normativa vigente del Ministerio de Educación del Ecuador en materia de investigación con menores de edad.

2.7. Procedimiento

El estudio se desarrolló en cuatro fases durante el período comprendido entre enero de 2025 y febrero de 2026.

- **Fase 1. Preparación (enero-febrero de 2025).** Se realizaron las gestiones administrativas con las autoridades de las tres unidades educativas, se obtuvo la aprobación institucional y los consentimientos informados, y se capacitó a los docentes colaboradores en los fundamentos del programa de intervención.
- **Fase 2. Evaluación pretest (primera quincena de marzo de 2025).** Se administró la EFAI-3 a los 136 participantes, siguiendo estrictamente las instrucciones del manual de aplicación. La prueba fue aplicada de manera colectiva en cada paralelo por un profesional en psicología educativa externo al equipo investigador, con el fin de garantizar la objetividad de la administración.
- **Fase 3. Intervención (segunda quincena de marzo a noviembre de 2025).** Se implementaron las 20 sesiones del programa de intervención neuroeducativa en los grupos experimentales (Calasanz y La Dolorosa), distribuidas a lo largo de 36 semanas lectivas a razón de una sesión aproximadamente cada dos semanas, con una duración de

90 minutos cada una. Este espaciamiento deliberado entre sesiones obedece al principio de práctica distribuida, que la literatura ha identificado como más eficaz que la práctica masiva para la consolidación del aprendizaje a largo plazo (Cepeda et al., 2006; Dunlosky et al., 2013). Las sesiones fueron conducidas por los investigadores Espinoza-Jaramillo y Cueva-Mora, respectivamente, quienes aplicaron el mismo protocolo estandarizado en ambas instituciones. El grupo control (Daniel Álvarez Burneo) continuó con su programa regular de enseñanza sin modificaciones.

- **Fase 4. Evaluación posttest y análisis (enero-febrero de 2026).** Se administró nuevamente la EFAI-3 a los participantes que completaron el estudio y se recopilaron los promedios académicos consolidados del período 2025. Se procedió al análisis estadístico de los datos.

2.8. Descripción del programa de intervención neuroeducativa

El programa fue diseñado a partir de la integración de cinco componentes basados en evidencia neurocientífica, estructurados de manera progresiva y secuencial. La Tabla 2 presenta la distribución temática de las 20 sesiones.

Tabla 2

Estructura del programa de intervención neuroeducativa

Sesiones	Componente	Fundamento neurocientífico	Actividades principales
1-4	Práctica de recuperación espaciada	Fortalecimiento de huellas mnésicas mediante evocación activa (Roediger y Butler, 2011; Agarwal y Bain, 2019)	Cuestionarios de recuperación libre, tarjetas de evocación diferida, mapas de recuperación progresiva
5-8	Codificación dual	Activación simultánea de canales verbal y visual para mejorar la retención (Mayer, 2021)	Infografías de síntesis, esquemas visuales acompañados de narrativa oral, creación de pictogramas conceptuales
9-12	Interrogación elaborativa	Generación de conexiones causales que profundizan la comprensión (Dunlosky et al., 2013; McDaniel y Donnelly, 1996)	Formulación de preguntas «¿por qué?» y «¿cómo se relaciona con?», debates argumentativos estructurados

Sesiones	Componente	Fundamento neurocientífico	Actividades principales
13-16	Regulación metacognitiva	Monitoreo y ajuste consciente de las propias estrategias de aprendizaje (Flavell, 1979; Schraw, 1998)	Protocolos de autoevaluación guiada, planificación estratégica del estudio, registro escrito de automonitoreo
17-20	Entrenamiento atencional y gestión emocional	Fortalecimiento de redes atencionales y regulación del estrés académico (Posner y Rothbart, 2007; Mora, 2021)	Ejercicios de atención focalizada y alternante, técnicas de respiración diafragmática, reflexión sobre mentalidad de crecimiento

Nota. Elaboración propia.

Cada sesión mantuvo una estructura tripartita: (a) apertura con activación cognitiva mediante un desafío breve diseñado para despertar la curiosidad (5-10 minutos); (b) desarrollo con implementación de la estrategia correspondiente integrada al contenido curricular de las asignaturas de Lengua y Literatura, Matemáticas o Ciencias Naturales (60-70 minutos); y (c) cierre con práctica de recuperación del contenido trabajado y reflexión metacognitiva (10-15 minutos). Se utilizó música instrumental de fondo a bajo volumen durante las fases de trabajo individual, y se promovió el aprendizaje cooperativo en grupos heterogéneos de cuatro integrantes durante las actividades grupales.

2.9. Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con el programa IBM SPSS Statistics versión 28. Se aplicaron las siguientes técnicas:

- Estadística descriptiva: media aritmética (M), desviación estándar (DE), valores mínimos y máximos para cada dimensión del EFAI-3 y para el rendimiento académico, discriminados por institución y momento de evaluación.
- Verificación de supuestos: prueba de Shapiro-Wilk para normalidad de las distribuciones y prueba de Levene para homogeneidad de varianzas.
- Comparaciones intergrupo: análisis de varianza unifactorial (ANOVA de una vía) para contrastar las puntuaciones del pretest (verificación de equivalencia inicial) y del postest (evaluación del efecto de la intervención), con prueba post-hoc de Tukey para identificar las diferencias específicas entre pares de grupos. Se reportó η^2 parcial como indicador del tamaño del efecto asociado al ANOVA.

- (d) Comparaciones intragrupo: prueba *t* de Student para muestras relacionadas, aplicada a cada grupo por separado, con el fin de evaluar la magnitud del cambio entre el pretest y el postest.
- (e) Tamaño del efecto: d_z de Cohen ($d_z = t/\sqrt{n}$) para las comparaciones de medias relacionadas, y d de Cohen ($d = \text{diferencia de medias}/\text{desviación estándar combinada}$) para las comparaciones de medias independientes, ambos interpretados según los criterios convencionales: pequeño ($d \geq 0.20$), mediano ($d \geq 0.50$) y grande ($d \geq 0.80$) (Cohen, 1988).

El nivel de significación se fijó en $\alpha = .05$ para todas las pruebas.

3. Resultados

3.1. Verificación de supuestos

La prueba de Shapiro-Wilk aplicada a las puntuaciones del pretest y del postest no reveló desviaciones significativas de la normalidad en ninguna de las dimensiones del EFAI-3 dentro de cada grupo ($p > .05$ en todos los casos), con la excepción de la dimensión de atención en el postest del grupo Calasanz ($W = .94$, $p = .041$), cuya desviación fue leve y compatible con el uso de pruebas paramétricas dada la robustez de la prueba *t* y del ANOVA ante violaciones moderadas de la normalidad cuando los tamaños muestrales superan los 20 participantes (Schmider et al., 2010). La prueba de Levene confirmó la homogeneidad de varianzas entre grupos en el pretest ($p > .05$ en las seis dimensiones). En el postest, la homogeneidad de varianzas se cumplió en las dimensiones verbal ($F = 2.87$, $p = .060$), razonamiento ($F = 2.41$, $p = .094$) y memoria ($F = 3.12$, $p = .048$), mientras que en las dimensiones espacial, atención y numérica se observaron varianzas heterogéneas ($p < .05$), por lo cual se reportaron adicionalmente los resultados del ANOVA de Welch para estas dimensiones, sin que las conclusiones se modificasen.

3.2. Verificación de la equivalencia inicial (pretest)

La Tabla 3 presenta los estadísticos descriptivos del pretest de la EFAI-3 por institución.

Tabla 3

Estadísticos descriptivos del pretest de la EFAI-3 por institución

Dimensión		Calasanz ($n = 44$)	La Dolorosa ($n = 48$)	D. Álvarez Burneo ($n = 44$)	Total ($N = 136$)
Verbal	<i>M</i>	18.70	17.90	18.30	18.28
	<i>DE</i>	4.20	3.80	4.50	4.15
Espacial	<i>M</i>	15.40	14.80	15.10	15.09
	<i>DE</i>	3.90	4.10	3.70	3.90

Dimensión		Calasanz (n = 44)	La Dolorosa (n = 48)	D. Álvarez Burneo (n = 44)	Total (N = 136)
Atención	M	32.60	31.40	33.10	32.34
	DE	8.70	9.20	8.40	8.79
Razonamiento	M	14.20	13.80	14.00	14.00
	DE	3.60	3.30	3.80	3.56
Numérica	M	9.80	9.20	9.60	9.52
	DE	2.90	3.10	2.70	2.91
Memoria	M	12.10	11.70	12.00	11.93
	DE	3.40	3.60	3.20	3.40

Nota. Elaboración propia.

El ANOVA unifactorial aplicado a las puntuaciones del pretest no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las tres instituciones en ninguna de las seis dimensiones evaluadas: verbal ($F(2, 133) = 0.48, p = .621$), espacial ($F(2, 133) = 0.31, p = .735$), atención ($F(2, 133) = 0.42, p = .659$), razonamiento ($F(2, 133) = 0.15, p = .863$), numérica ($F(2, 133) = 0.51, p = .601$) y memoria ($F(2, 133) = 0.17, p = .845$). Estos resultados verifican que los tres grupos partieron de condiciones cognitivas comparables al inicio del estudio.

3.3. Resultados del postest

Durante el transcurso de la intervención, cinco estudiantes se retiraron del estudio: dos de Calasanz (uno por traslado de domicilio, uno por inasistencia prolongada), dos de La Dolorosa (ambos por motivos familiares) y uno de Daniel Álvarez Burneo (por cambio de institución), lo que representó una tasa de deserción del 3.7 %. La muestra efectiva para el análisis del postest fue de 131 participantes.

La Tabla 4 presenta los estadísticos descriptivos del postest.

Tabla 4

Estadísticos descriptivos del postest de la EFAI-3 por institución

Dimensión		Calasanz (n = 42)	La Dolorosa (n = 46)	D. Álvarez Burneo (n = 43)	Total (N = 131)
Verbal	M	26.30	25.10	19.40	23.62
	DE	2.80	3.20	4.10	4.38
Espacial	M	22.80	21.40	16.20	20.14
	DE	2.50	3.00	3.90	4.16
Atención	M	58.40	54.70	36.80	50.07
	DE	5.20	6.80	9.10	11.98
Razonamiento	M	22.60	20.90	15.30	19.63
	DE	2.40	3.10	3.50	4.35
Numérica	M	17.40	16.10	10.80	14.80

Dimensión		Calasanz (n = 42)	La Dolorosa (n = 46)	D. Álvarez Burneo (n = 43)	Total (N = 131)
Memoria	DE	2.20	2.80	3.00	3.93
	M	19.70	18.30	13.20	17.11
	DE	2.10	2.90	3.40	3.97

Nota. Elaboración propia.

El ANOVA unifactorial del posttest reveló diferencias altamente significativas entre los tres grupos en todas las dimensiones: verbal ($F(2, 128) = 47.83, p < .001, \eta^2_p = .43$), espacial ($F(2, 128) = 52.71, p < .001, \eta^2_p = .45$), atención ($F(2, 128) = 112.56, p < .001, \eta^2_p = .64$), razonamiento ($F(2, 128) = 67.34, p < .001, \eta^2_p = .51$), numérica ($F(2, 128) = 74.18, p < .001, \eta^2_p = .54$) y memoria ($F(2, 128) = 61.92, p < .001, \eta^2_p = .49$).

La prueba post-hoc de Tukey indicó que las diferencias significativas se localizaron entre cada grupo experimental y el grupo control ($p < .001$ en todos los casos), mientras que las diferencias entre los dos grupos experimentales resultaron no significativas en la mayoría de las dimensiones ($p > .05$), salvo en atención ($p = .028$) donde Calasanz obtuvo una media ligeramente superior a La Dolorosa.

3.4. Comparaciones intragrupo: cambio pretest-postest

La Tabla 5 sintetiza los resultados de la prueba t para muestras relacionadas en cada grupo, junto con el tamaño del efecto correspondiente, calculado como $d_z = t/\sqrt{n}$.

Tabla 5

Prueba t para muestras relacionadas y tamaño del efecto (d_z de Cohen) por dimensión e institución

Dimensión	Calasanz (Exp. 1)			La Dolorosa (Exp. 2)			D. Á. Burneo (Control)		
	t(41)	p	d_z	t(45)	p	d_z	t(42)	p	d_z
Verbal	11.27	<.001	1.74	12.84	<.001	1.89	1.52	.136	0.23
Espacial	12.03	<.001	1.86	10.47	<.001	1.54	1.78	.082	0.27
Atención	19.84	<.001	3.06	16.21	<.001	2.39	2.41	.020	0.37
Razonamiento	14.56	<.001	2.25	13.89	<.001	2.05	2.08	.044	0.32
Numérica	16.32	<.001	2.52	14.17	<.001	2.09	2.34	.024	0.36
Memoria	13.91	<.001	2.15	11.62	<.001	1.71	2.18	.035	0.33

Nota. Elaboración propia.

Los resultados muestran que ambos grupos experimentales exhibieron incrementos estadísticamente significativos y de gran magnitud ($d_z > 1.50$) en las seis dimensiones evaluadas. El grupo control, en cambio, mostró cambios de magnitud pequeña ($d_z < 0.40$) que, en las dimensiones verbal y espacial, no alcanzaron significación estadística.

3.5. Resultados del rendimiento académico

La Tabla 6 presenta la comparación de promedios académicos entre los períodos 2024 y 2025.

Tabla 6

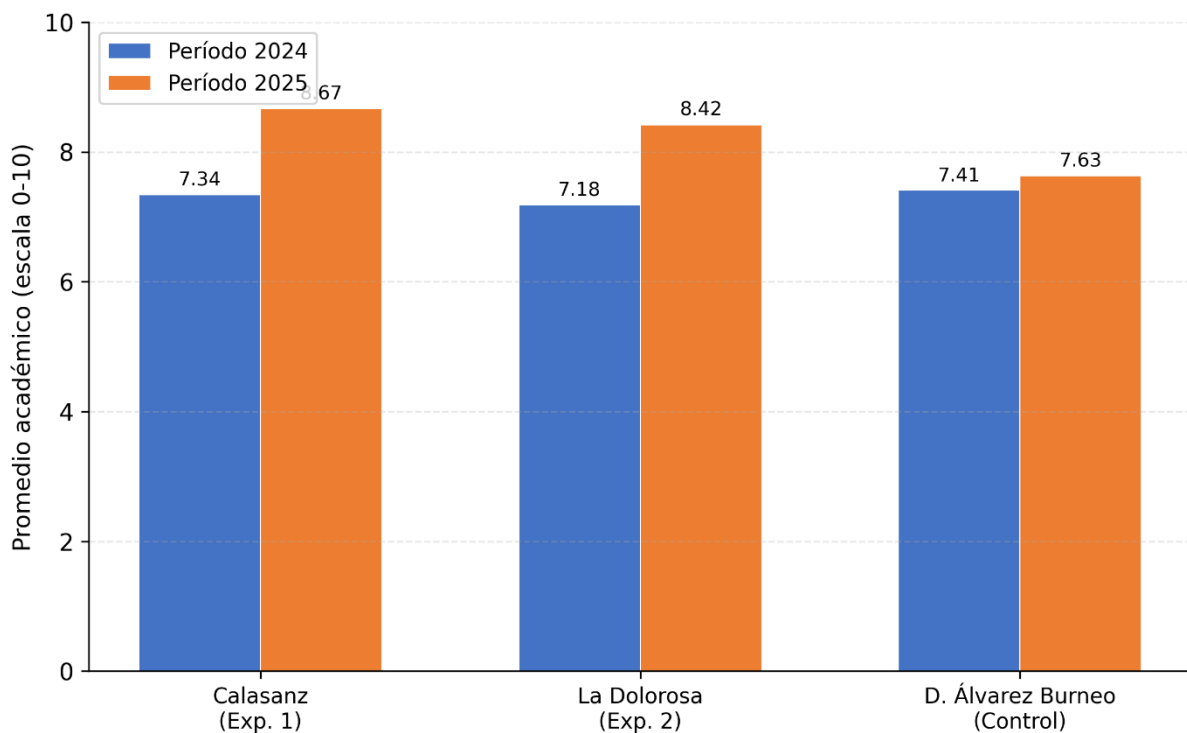
Rendimiento académico consolidado por institución y período

Institución	Período 2024		Período 2025		Diferencia	t	p	d_z
	M	DE	M	DE				
Calasanz (n = 42)	7.34	0.82	8.67	0.58	+1.33	10.78	<.001	1.66
La Dolorosa (n = 46)	7.18	0.91	8.42	0.64	+1.24	9.63	<.001	1.42
D. Á. Burneo (n = 43)	7.41	0.76	7.63	0.81	+0.22	1.84	.073	0.28

Nota. Elaboración propia.

Figura 1

Comparación del rendimiento académico 2024-2025 por institución



Nota. Elaboración propia.

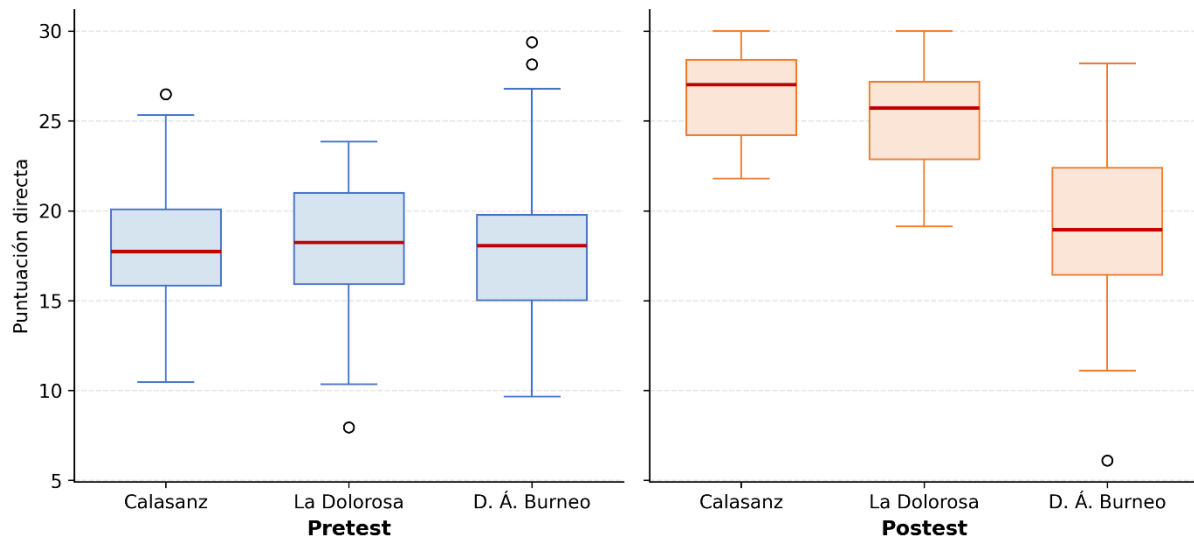
En los grupos experimentales se observó un incremento promedio de 1.29 puntos en la escala de 0 a 10, estadísticamente significativo y con tamaño del efecto grande. En el grupo control, el incremento fue de apenas 0.22 puntos, sin alcanzar significación estadística. El ANOVA unifactorial aplicado a las puntuaciones del rendimiento académico del período 2025 confirmó diferencias significativas entre los tres grupos ($F(2, 128) = 28.94, p < .001, \eta^2_p = .31$).

3.6. Análisis dimensional comparativo pretest-postest

3.6.1. Aptitud verbal

Figura 2

Diagramas de caja de aptitud verbal pretest y postest por institución



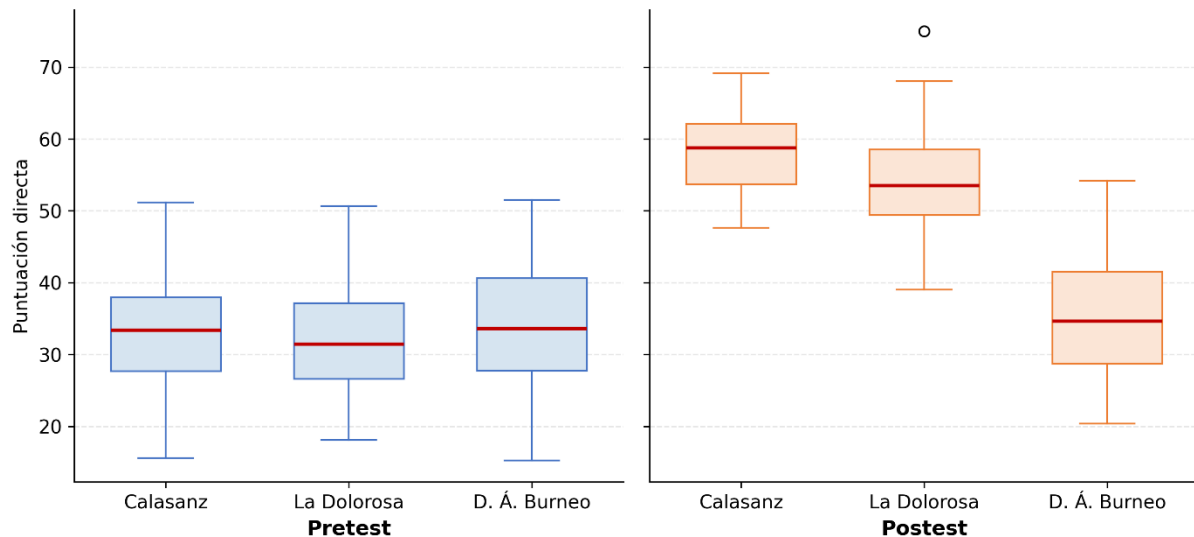
Nota. Elaboración propia.

En el pretest, la media general de aptitud verbal fue de 18.28 puntos ($DE = 4.15$), sin diferencias significativas entre instituciones. En el postest, las medias de los grupos experimentales se elevaron a 26.30 (Calasanz) y 25.10 (La Dolorosa), mientras que el grupo control permaneció en 19.40. La ganancia media de los grupos experimentales fue de 8.35 puntos, en contraste con 1.10 puntos del grupo control. La reducción de la dispersión en los grupos experimentales (desviaciones estándar de 2.80 y 3.20 frente a las del pretest de 4.20 y 3.80) indica una homogeneización al alza del desempeño, lo cual sugiere que la intervención benefició de manera consistente a la mayoría de los participantes.

3.6.2. Atención

Figura 3

Diagramas de caja de atención pretest y postest por institución



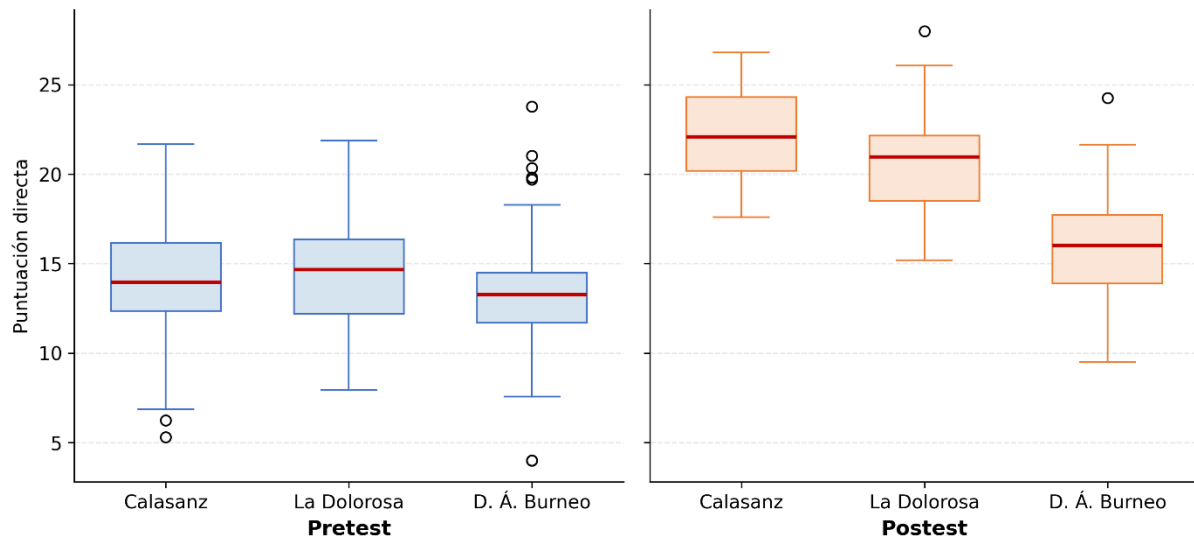
Nota. Elaboración propia.

La dimensión de atención fue la que registró el mayor tamaño del efecto. La media de Calasanz pasó de 32.60 a 58.40 puntos ($\Delta = 25.80$, $d_z = 3.06$), y la de La Dolorosa de 31.40 a 54.70 ($\Delta = 23.30$, $d_z = 2.39$). El grupo control mostró un incremento de apenas 3.70 puntos (de 33.10 a 36.80), con una dispersión elevada que se mantuvo constante entre ambas mediciones. En Calasanz se observó una notable concentración de los datos en el postest ($DE = 5.20$ frente a 8.70 del pretest), lo que evidencia que los estudiantes respondieron de manera uniforme al entrenamiento atencional.

3.6.3. Razonamiento abstracto

Figura 4

Diagramas de caja de razonamiento pretest y postest por institución



Nota. Elaboración propia.

Las puntuaciones en razonamiento abstracto mostraron un patrón concordante. Los grupos experimentales registraron incrementos de 8.40 (Calasanz) y 7.10 puntos (La Dolorosa), ambos con tamaños del efecto superiores a 2.00. Este resultado es particularmente relevante porque el razonamiento abstracto se considera un indicador robusto de la inteligencia fluida, cuya mejorabilidad mediante intervención educativa ha sido objeto de debate en la literatura (Jaeggi et al., 2008; Melby-Lervåg et al., 2016).

3.7. Verificación de hipótesis

Los datos recopilados permiten rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de trabajo. La Tabla 7 resume la comparación global entre los grupos experimentales (combinados) y el grupo control en el postest.

Tabla 7

Comparación postest entre grupos experimentales (combinados) y grupo control: prueba t para muestras independientes

Dimensión	Experimentales (n = 88)		Control (n = 43)		
	M (DE)	M (DE)	t(129)	p	d
Verbal	25.67 (3.04)	19.40 (4.10)	9.86	<.001	1.83
Espacial	22.07 (2.83)	16.20 (3.90)	9.78	<.001	1.82
Atención	56.47 (6.30)	36.80 (9.10)	14.41	<.001	2.68
Razonamiento	21.71 (2.87)	15.30 (3.50)	11.13	<.001	2.07
Numérica	16.72 (2.60)	10.80 (3.00)	11.61	<.001	2.16
Memoria	18.97 (2.60)	13.20 (3.40)	10.75	<.001	2.00

Nota. Elaboración propia.

4. Discusión

Los hallazgos de este estudio confirman que la implementación de un programa de intervención neuroeducativa basado en evidencia produce efectos positivos, estadísticamente significativos y de gran magnitud sobre las aptitudes cognitivas y el rendimiento académico de estudiantes de décimo grado de educación general básica superior. Esta afirmación se sustenta en la convergencia de múltiples líneas de evidencia: los resultados del ANOVA del postest, las pruebas *t* intragrupo, los tamaños del efecto obtenidos y el contraste con un grupo control que no recibió la intervención.

El componente de práctica de recuperación espaciada, que constituyó el primer bloque del programa, demostró ser particularmente eficaz para mejorar las aptitudes verbales y de memoria. Este resultado es consistente con la amplia literatura que documenta los beneficios del denominado «efecto de la evaluación» (*testing effect*), según el cual el acto de recuperar información de la memoria resulta más efectivo para la consolidación del aprendizaje que la relectura repetida del material (Roediger y Karpicke, 2006; Hernández et al., 2026). Dunlosky et al. (2013) clasificaron la práctica de recuperación como una de las dos estrategias de estudio con mayor utilidad demostrada, lo cual concuerda con las ganancias observadas en las dimensiones verbal ($\Delta M = 8.35$ puntos en los grupos experimentales) y memoria ($\Delta M = 7.15$ puntos). Adicionalmente, el espaciamiento deliberado de las sesiones —una cada dos semanas aproximadamente— resulta congruente con la evidencia de que los intervalos entre sesiones de práctica favorecen la consolidación mnésica y la retención a largo plazo (Cepeda et al., 2006).

El hallazgo más sobresaliente de este estudio lo constituye el incremento observado en la dimensión de atención, donde se registraron los mayores tamaños del efecto ($d_z = 3.06$ en Calasanz y $d_z = 2.39$ en La Dolorosa). Este resultado concuerda con las investigaciones de Posner

y Rothbart (2007), quienes demostraron que las redes atencionales son susceptibles de entrenamiento, y con los hallazgos de Rueda et al. (2005) sobre la mejorabilidad de la atención ejecutiva mediante protocolos estructurados. La convergencia de ejercicios de atención focalizada y alternante con técnicas de regulación emocional —incorporados en el bloque final del programa— parece haber generado un efecto sinérgico que potenció la capacidad de los participantes para mantener la concentración durante períodos prolongados. Este hallazgo adquiere relevancia adicional si se considera que la atención constituye un requisito previo para prácticamente todos los demás procesos cognitivos evaluados (Diamond, 2013), lo cual podría explicar parcialmente las mejoras observadas en las restantes dimensiones del EFAI-3.

En lo referente al razonamiento abstracto, los incrementos observados ($d_z > 2.00$ en ambos grupos experimentales) resultan llamativos a la luz del debate sobre la transferibilidad del entrenamiento cognitivo. Si bien Jaeggi et al. (2008) reportaron mejoras en inteligencia fluida tras entrenamiento en memoria de trabajo, hallazgos posteriores han sido menos optimistas respecto a la generalización de dichas ganancias (Melby-Lervåg et al., 2016). En el caso del presente estudio, es plausible que la combinación de interrogación elaborativa —que promueve la generación de conexiones causales y la profundización de la comprensión (McDaniel y Donnelly, 1996)— con codificación dual —que refuerza la representación mental mediante canales complementarios— haya facilitado el desarrollo de esquemas cognitivos transferibles a las tareas de razonamiento abstracto de la EFAI-3. No obstante, debe considerarse que las mejoras podrían reflejar también un mayor dominio de estrategias metacognitivas para abordar problemas novedosos, más que un incremento de la capacidad fluida per se.

El rendimiento académico, evaluado mediante los promedios consolidados, exhibió un patrón plenamente congruente con los resultados del EFAI-3. Los grupos experimentales mejoraron su promedio en más de un punto (Calasanz: +1.33; La Dolorosa: +1.24), mientras que el grupo control apenas registró un leve incremento de 0.22 puntos, estadísticamente no significativo. Este dato es concordante con lo reportado por Dubinsky et al. (2013) en Estados Unidos y por Betegón (2017) en España, quienes documentaron mejoras en el desempeño académico de estudiantes expuestos a intervenciones neuroeducativas. La magnitud del efecto observado ($d_z = 1.66$ en Calasanz, $d_z = 1.42$ en La Dolorosa) podría atribuirse a tres factores convergentes: la duración prolongada del programa (ocho meses), su integración con los

contenidos curriculares —lo que favoreció la transferencia a las evaluaciones regulares— y el componente de regulación metacognitiva que dotó a los estudiantes de herramientas de estudio transferibles a todas las asignaturas.

Merece atención particular la diferencia observada entre los dos grupos experimentales en la dimensión de atención, donde Calasanz obtuvo puntuaciones ligeramente superiores a La Dolorosa ($p = .028$). Si bien ambas instituciones recibieron el mismo protocolo de intervención, este resultado sugiere que factores contextuales —como el clima de aula, el estilo de mediación docente o la dinámica grupal de cada paralelo— pueden modular la respuesta diferencial a una misma intervención. Mora (2021) ha señalado que el ambiente emocional en el que se desarrolla el aprendizaje constituye un determinante de primer orden para la eficacia de cualquier estrategia pedagógica, y Immordino-Yang (2016) ha documentado que los estados emocionales modulan la activación de redes cerebrales implicadas en la atención y la memoria. Estas consideraciones podrían explicar las diferencias sutiles observadas entre instituciones y sugieren la conveniencia de incorporar medidas del clima emocional de aula en futuros estudios.

El grupo control, por su parte, mostró cambios leves que, en cuatro de las seis dimensiones del EFAI-3, alcanzaron significación estadística marginal. Este fenómeno puede atribuirse al efecto natural de la maduración cognitiva —esperable en adolescentes de 14-15 años en pleno proceso de desarrollo prefrontal (Blakemore y Choudhury, 2006; Fuhrmann et al., 2015)— y al efecto de la práctica con la prueba (*test-retest effect*), y confirma la necesidad de contar con un grupo de referencia para distinguir los efectos de la intervención de los cambios atribuibles a variables extrañas.

La interpretación de los resultados debe matizarse a la luz de las siguientes limitaciones. En primer lugar, la asignación de roles (experimental vs. control) se realizó a nivel de institución y no de individuos, lo que configura un diseño cuasiexperimental cuya validez interna, si bien fortalecida por la verificación de equivalencia en el pretest, no alcanza el nivel de un experimento aleatorizado por sujetos (Shadish et al., 2002). En segundo lugar, la muestra, aunque suficiente para la detección de efectos grandes según el análisis de potencia a priori, no permite generalizar los resultados a toda la población estudiantil del cantón Loja ni a contextos educativos con características sociodemográficas diferentes. En tercer lugar, la ausencia de un seguimiento longitudinal posterior al postest impide determinar la persistencia de las ganancias observadas.

En cuarto lugar, no se evaluaron variables mediadoras como la motivación intrínseca, las creencias epistemológicas o las funciones ejecutivas específicas (medidas mediante pruebas neuropsicológicas), las cuales podrían enriquecer la comprensión de los mecanismos a través de los cuales la intervención produjo sus efectos. Finalmente, los tamaños del efecto observados, aunque consistentes entre las dos instituciones experimentales, son inusualmente grandes para intervenciones educativas y deben interpretarse con cautela; estudios futuros con muestras más amplias y asignación aleatoria individual permitirán determinar si estos efectos se replican.

En función de los hallazgos y las limitaciones expuestas, se derivan las siguientes orientaciones para la investigación y la práctica futuras. Se estima necesario que las instancias de gestión educativa del Ecuador incorporen la formación en neuroeducación basada en evidencia dentro de los programas de desarrollo profesional docente, priorizando las estrategias que este estudio ha mostrado como eficaces. Asimismo, se requieren réplicas en contextos diversos — educación rural, educación pública, bachillerato— y con diseños que incluyan asignación aleatoria individual y mediciones de seguimiento a seis y doce meses. Las facultades de educación de las universidades ecuatorianas podrían beneficiarse de incluir contenidos de neurociencia educativa en sus mallas curriculares, asegurando que la formación se fundamente en evidencia empírica y no en los neuromitos que la investigación ha identificado como prevalentes entre los docentes en formación (Dekker et al., 2012; Howard-Jones, 2014).

5. Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten formular las siguientes conclusiones:

La implementación de un programa de intervención neuroeducativa de 20 sesiones, fundamentado en práctica de recuperación espaciada, codificación dual, interrogación elaborativa, regulación metacognitiva y entrenamiento atencional, produjo mejoras estadísticamente significativas y de gran magnitud en las seis dimensiones cognitivas evaluadas por la EFAI-3 (verbal, espacial, atención, razonamiento, numérica y memoria) en los estudiantes de los grupos experimentales. Las diferencias entre los grupos experimentales y el grupo control fueron consistentes, replicables entre instituciones y robustas frente a las pruebas estadísticas empleadas, lo que confirma la hipótesis de trabajo y descarta que los cambios observados sean atribuibles exclusivamente a la maduración natural o al efecto de la repetición de la prueba.

El rendimiento académico de los grupos experimentales mejoró de manera sustancial (incremento medio de 1.29 puntos en la escala de 0 a 10), lo cual evidencia la transferibilidad de las estrategias neuroeducativas al desempeño global de los estudiantes en las distintas asignaturas del currículo. En contraste, el grupo control no registró variaciones estadísticamente significativas en su rendimiento.

La dimensión de atención fue la que registró los mayores beneficios de la intervención ($d_z = 3.06$ y $d_z = 2.39$), lo que subraya la importancia del entrenamiento atencional sistemático como componente vertebral de cualquier programa neuroeducativo dirigido a adolescentes, más aún cuando esta población se encuentra en una etapa crítica de maduración prefrontal.

La equivalencia inicial de los tres grupos en el pretest, verificada estadísticamente, y la discrepancia sustancial en el postest constituyen evidencia sólida —aunque no definitiva, dados los límites del diseño cuasiexperimental— de la relación causal entre la intervención y los resultados observados. Estudios futuros con asignación aleatoria individual, seguimiento longitudinal y evaluación de variables mediadoras permitirán consolidar y ampliar las conclusiones aquí presentadas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses respecto del presente trabajo.

Referencias

- Agarwal, P. y Bain, P. (2019). *Powerful teaching: Unleash the science of learning*. Jossey-Bass. https://pdf.retrievalpractice.org/book/PowerfulTeaching_Chapter2_RetrievalPractice.pdf
- Asociación Médica Mundial. (2013). Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Betegón, E. (2017). *Neuroeducación, ansiedad y atención en alumnos de educación primaria* [Tesis de maestría, Universidad de Valladolid]. UVaDOC. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/27297>
- Blakemore, S. y Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3-4), 296-312. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x>
- Bueno, D. (2017). *Neurociencia para educadores*. Octaedro. https://www.academia.edu/44263523/Neurociencia_para_educadores_david_bueno
- Campbell, D. y Stanley, J. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin. <https://www.sfu.ca/~palys/Campbell&Stanley-1959-Exptl&QuasiExptlDesignsForResearch.pdf>
- Cepeda, N., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. y Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychological Bulletin*, 132(3), 354-380. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.3.354>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2.ª ed.). Lawrence Erlbaum Associates. <https://utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf>

- Dekker, S., Lee, N., Howard-Jones, P. y Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 3, 429. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00429>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dubinsky, J. M., Roehrig, G. y Varma, S. (2013). Infusing neuroscience into teacher professional development. *Educational Researcher*, 42(6), 317-329. <https://doi.org/10.3102/0013189X13499403>
- Dunlosky, J., Rawson, K., Marsh, E., Nathan, M. y Willingham, D. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4-58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- Flavell, J. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Fuhrmann, D., Knoll, L. y Blakemore, S. (2015). Adolescence as a sensitive period of brain development. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(10), 558-566. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.07.008>
- 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., 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>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education. <https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>

- Howard-Jones, P. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817-824. <https://doi.org/10.1038/nrn3817>
- Immordino-Yang, M. (2016). *Emotions, learning, and the brain: Exploring the educational implications of affective neuroscience*. W. W. Norton & Company. <https://virtualmmx.ddns.net/gbooks/EmotionsLearningandtheBrainExploringtheEducationalImplicationsofAffectiveNeuroscience.pdf>
- Immordino-Yang, M. y Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3-10. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x>
- INEVAL. (2024). *Resultados educativos nacionales 2022-2023*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. <https://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/nacionales-informes-y-resultados/>
- Jaeggi, S, Buschkuhl, M., Jonides, J. y Perrig, W. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6829-6833. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0801268105>
- Jensen, E. y McConchie, L. (2020). *Brain-based learning: Teaching the way students really learn* (3.ª ed.). Corwin. <https://es.scribd.com/document/662113301/Brain-Based-Learning-Teaching-the-Way-Z-Library>
- Mayer, R. (2021). *Multimedia learning* (3.ª ed.). Cambridge University Press. https://assets.cambridge.org/97811071/87504/frontmatter/9781107187504_frontmatter.pdf
- McDaniel, M. y Donnelly, C. (1996). Learning with analogy and elaborative interrogation. *Journal of Educational Psychology*, 88(3), 508-519. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.3.508>
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. y Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer”: Evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 512-534. <https://doi.org/10.1177/1745691616635612>
- Mora, F. (2021). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama* (3.ª ed.). Alianza Editorial. <https://www.alianzaeditorial.es/primer-capitulo/neuroeducacion.pdf>

- Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F. y Merabet, L. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 377-401. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216>
- Pherez, G., Vargas, S. y Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis docente. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 18(34), 149-166. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2018.1/a10>
- Posner, M. y Rothbart, M. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085516>
- Roediger, H. y Butler, A. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 20-27. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.09.003>
- Roediger, H. y Karpicke, J. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249-255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Rueda, M., Rothbart, M., McCandliss, B., Saccomanno, L. y Posner, M. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(41), 14931-14936. <https://doi.org/10.1073/pnas.0506897102>
- Santamaría, P., Arribas, D., Pereña, J. y Seisdedos, N. (2014). *EFAI: Evaluación Factorial de las Aptitudes Intelectuales. Manual técnico* (5.ª ed.). TEA Ediciones. <https://pdfcoffee.com/ficha-tecnica-del-test-efai-5-pdf-free.html>
- Schmider, E., Ziegler, M., Danay, E., Beyer, L. y Bühner, M. (2010). Is it really robust? Reinvestigating the robustness of ANOVA against violations of the normal distribution assumption. *Methodology*, 6(4), 147-151. <https://doi.org/10.1027/1614-2241/a000016>
- Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26(1-2), 113-125. <https://doi.org/10.1023/A:1003044231033>

Shadish, W., Cook, T. y Campbell, D. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.

<https://iaes.cgiar.org/sites/default/files/pdf/147.pdf>

Sousa, D. A. (2022). *How the brain learns* (6.ª ed.). Corwin.

https://www.academia.edu/64143988/C%C3%B3mo_aprende_el_cerebro_2002_David_A_Sousa

Tokuhamas-Espinosa, T. (2014). *Making classrooms better: 50 practical applications of mind, brain, and education science*. W. W. Norton & Company.

<https://psycnet.apa.org/record/2012-32695-000>