

# Efecto de un Programa de Estimulación Neurocognitiva en la Competencia Lectoescritora en Estudiantes de Décimo Grado de Educación Básica

## Effect of a Neurocognitive Stimulation Program on Reading and Writing Skills in Tenth-Grade Students in Basic Education

Elian Hernández Cueva<sup>1</sup>, Walter Ramón Namcela<sup>2</sup>, Carlos Rojas Pérez, Esmeralda Jara Saraguro<sup>4</sup>, Andrea Espinosa Cuenca<sup>5</sup> y Ana Guamán Patiño<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Loja, elian.hernandez@unl.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0000-1007-9929>, Ecuador

<sup>2</sup>Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, walter.ramon@educacion.gob.ec, <https://orcid.org/0009-0002-8784-5147>, Ecuador

<sup>3</sup>Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, carlose.rojas@educacion.gob.ec, <https://orcid.org/0009-0007-3452-1807>, Ecuador

<sup>4</sup>Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, esmeraldas.jara@educacion.gob.ec, <https://orcid.org/0009-0005-0985-8876>, Ecuador

<sup>5</sup>Universidad Nacional de Loja, andrea.espinosa@unl.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0006-4876-2962>, Ecuador

<sup>6</sup>Universidad Nacional de Loja, ana.l.guaman.p@unl.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0000-5988-8946>, Ecuador

---

### Información del Artículo

#### *Trazabilidad:*

Recibido 14-01-2026

Revisado 15-01-2026

Aceptado 15-02-2026

---

#### *Palabras Clave:*

Neuroplasticidad

Competencia lectoescritora

Funciones ejecutivas

Neuroeducación

Educación Básica

---

#### *Keywords:*

Neuroplasticity

Literacy skills

Executive functions

Neuroeducation

Basic education

---

### RESUMEN

Las dificultades en la competencia lectoescritora representan un desafío central para la educación pública, generalmente vinculadas con un desarrollo insuficiente de procesos cognitivos esenciales para el aprendizaje. En este marco, la investigación tuvo como propósito determinar el efecto de un programa de estimulación de la neuroplasticidad en el desempeño lector de estudiantes de Educación Básica. Se trabajó desde un enfoque cuantitativo, con alcance explicativo y diseño cuasiexperimental longitudinal, en una muestra de 50 alumnos de 10mo grado de la Unidad Educativa José Ángel Palacio, en Loja, organizados en grupo control y experimental. La evaluación inicial evidenció condiciones homogéneas de dificultad severa. Durante doce semanas, el grupo experimental participó en un entrenamiento dirigido al fortalecimiento de la memoria de trabajo y la atención. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas a favor de los estudiantes intervenidos, con un tamaño del efecto amplio en comprensión y velocidad lectora, mientras el grupo control presentó cambios mínimos asociados a la maduración. En consecuencia, la estimulación sistemática de funciones ejecutivas respalda el valor de la neuroeducación para afrontar el rezago académico en la adolescencia.

---

### ABSTRACT

Difficulties in reading and writing skills represent a central challenge for public education, generally linked to insufficient development of cognitive processes essential for learning. Within this framework, the purpose of the research was to determine the effect of a neuroplasticity stimulation program on the reading performance of elementary school students. A quantitative approach was used, with an explanatory scope and a longitudinal quasi-experimental design, in a sample of 50 10th-grade students from the José Ángel Palacio Educational Unit in Loja, organized into control and experimental groups. The initial assessment showed homogeneous conditions of severe difficulty. For twelve weeks, the experimental group participated in training aimed at strengthening working memory and attention. The results showed statistically significant differences in favor of the students who participated in the intervention, with a large effect size in reading comprehension and speed, while the control group showed minimal changes associated with maturation. Consequently, the systematic stimulation of executive functions supports the value of neuroeducation in addressing academic lag in adolescence.

---

## INTRODUCCIÓN

La alfabetización en el siglo XXI ha trascendido la mera decodificación de grafemas para convertirse en una competencia cognitiva compleja que exige interpretación, crítica y producción de sentido. Sin embargo, los sistemas educativos en América Latina enfrentan una crisis estructural en este dominio (Hernández e Idrobo, 2025; Castillo y Morocho, 2025). La evidencia sugiere que un porcentaje alarmante de estudiantes culmina la Educación General Básica (EGB) sin haber alcanzado los niveles de competencia lectora mínimos para la vida académica superior (Romero et al. 2023; Salazar, 2024; Posligua et al. 2024)). Tradicionalmente, este déficit se ha abordado desde enfoques lingüísticos o pedagógicos convencionales, ignorando frecuentemente el sustrato biológico donde ocurre el aprendizaje: el cerebro humano y su capacidad de modificación o neuroplasticidad.

El abordaje de la lectoescritura desde la neurociencia educativa se sustenta en la teoría del Reciclaje Neuronal propuesta por Dehaene (2009). Este principio postula que la lectura no es innata, sino que requiere la “invasión” y especialización de circuitos corticales preexistentes, específicamente en la región occipito-temporal izquierda. Asimismo, la Teoría de la Carga Cognitiva y el modelo de Memoria de Trabajo de Baddeley (2012) sugieren que la comprensión lectora depende críticamente del Ejecutivo Central. Cuando un adolescente no ha automatizado procesos básicos o carece de entrenamiento en funciones ejecutivas, satura su memoria de trabajo, dejando escasos recursos cognitivos para la comprensión profunda (Hernández, 2025).

La evidencia empírica respalda la correlación entre el entrenamiento neurocognitivo y el rendimiento académico. Un meta-análisis realizado por Follmer (2018), que examinó 88 estudios independientes, encontró una correlación positiva y significativa ( $r = .35, p < .001$ ) entre las funciones ejecutivas y la comprensión lectora. Esto implica que una parte sustancial de la varianza en la capacidad lectora se explica por el desarrollo de estas habilidades. Sin embargo, en contextos vulnerables o de educación pública en la región, estudios (Lipina et al., 2013; Burgos et al. 2024; Criollo et al. 2025) indican que el desempeño neurocognitivo puede situarse hasta 1.5 desviaciones estándar por debajo de la media normativa, aunque la ventana de plasticidad adolescente permite recuperar hasta un 60% de este déficit con intervenciones sistemáticas.

Aterrizando esta problemática global al contexto local, la presente investigación se sitúa en la Unidad Educativa José Ángel Palacio, institución de sostenimiento fiscal ubicada en la parroquia El Sagrario, cantón Loja (Zona 7, Ecuador). A pesar de contar con una planta docente de 63 profesionales y atender a una población de aproximadamente 1167 estudiantes en jornadas matutina, vespertina y nocturna, la institución enfrenta desafíos pedagógicos significativos propios del régimen escolar Sierra y la educación urbana masificada.

En diagnósticos preliminares realizados con los estudiantes de décimo grado de Educación General Básica (paralelos A y B), se ha detectado una lectura predominantemente mecánica. Los estudiantes, aunque decodifican, muestran dificultades severas en la inferencia y la producción textual, síntomas asociados a una baja atención sostenida y una memoria de trabajo poco estimulada. Existe una disociación entre el potencial biológico de estos adolescentes, quienes atraviesan una etapa crítica de poda sináptica y reorganización de la materia blanca y las estrategias didácticas empleadas en el aula, las cuales no explotan la ventana de oportunidad que ofrece la neuroplasticidad para potenciar el aprendizaje.

Ante este vacío empírico y la necesidad de soluciones basadas en evidencia, se plantea un estudio de investigación aplicada, con un diseño cuasiexperimental y de corte longitudinal. Se trabajará con grupos intactos (25 estudiantes en el paralelo A y 25 en el B), estableciendo un grupo control y uno experimental para medir el impacto real de la intervención.

Con base en lo expuesto, se formulan las siguientes Hipótesis de Investigación:

- **$H_i$ :** El grupo experimental, sometido al programa de desarrollo de la neuroplasticidad, evidenciará un incremento estadísticamente significativo ( $p < .05$ ) en los puntajes de competencia lectoescritora en comparación con el grupo control al finalizar el estudio.
- **$H_0$ :** No existen diferencias significativas en la competencia lectoescritora entre los grupos tras la intervención; cualquier variación se debe al azar.

Finalmente, para guiar el rigor metodológico del estudio, se establecen los siguientes objetivos:

### Objetivo general

Determinar el efecto del desarrollo de la neuroplasticidad en la mejora de la competencia lectoescritora en estudiantes de décimo grado de la Unidad Educativa José Ángel Palacio.

### Objetivos específicos

1. Diagnosticar la línea base de las funciones neurocognitivas y el nivel de lectoescritura en los grupos control y experimental (paralelos A y B) para verificar la homogeneidad de partida.
2. Implementar un programa de estimulación neurocognitiva longitudinal en el grupo experimental, enfocado en atención, memoria y gimnasia cerebral.
3. Comparar las diferencias estadísticas en las métricas de post-prueba entre el grupo experimental y el grupo control para validar la eficacia de la intervención.

Analizar la relación entre la mejora de las funciones ejecutivas y el rendimiento en comprensión lectora y producción escrita al finalizar el periodo lectivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y corte longitudinal. El diseño metodológico se clasifica como cuasiexperimental con preprueba-posprueba y grupo de control (Ramo, 2021). Se optó por este diseño debido a la naturaleza del contexto educativo, donde la asignación aleatoria de los participantes a los grupos no fue factible al tratarse de grupos escolares preconstituidos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2023).

El esquema del diseño se representa de la siguiente manera:

$$\begin{array}{c} G_E: O_1 \quad X \quad O_2 \\ \hline G_C: O^3 \quad - \quad O^4 \end{array}$$

Donde:

- $G_E$ : Grupo Experimental (Paralelo A).
- $G_C$ : Grupo Control (Paralelo B).
- $O_{1,3}$ : Medición pre-test (Línea base).
- $X$ : Intervención (Programa de Estimulación Neurocognitiva).
- $O_{2,4}$ : Medición post-test.

### Participantes y contexto

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Educativa José Ángel Palacio, institución de sostenimiento fiscal ubicada en la parroquia El Sagrario, cantón Loja (Provincia de Loja, Ecuador), perteneciente a la Zona 7. El centro opera bajo el régimen escolar Sierra y modalidad presencial (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021).

La población elegible estuvo conformada por los estudiantes de décimo grado de Educación General Básica (EGB). La muestra, de tipo no probabilística por conveniencia, quedó constituida por un total de  $N=50$  estudiantes matriculados legalmente en el periodo lectivo vigente, distribuidos en dos paralelos:

- **Grupo experimental ( $n=25$ ):** Estudiantes del Paralelo "A".
- **Grupo control ( $n=25$ ):** Estudiantes del Paralelo "B".

### Criterios de inclusión y exclusión:

Se incluyó a estudiantes que contaran con asistencia regular ( $\geq 85\%$ ) durante el periodo de intervención y que presentaran el consentimiento informado firmado por sus representantes legales. Fueron excluidos del análisis estadístico aquellos participantes con diagnósticos clínicos previos de trastornos severos del aprendizaje o neurológicos que pudieran sesgar la variable de neuroplasticidad, así como aquellos que no completaron ambas mediciones (mortalidad experimental).

### Instrumentos de recolección de datos

Para garantizar la fiabilidad y validez de las mediciones, se emplearon instrumentos estandarizados con baremos adaptados a población hispanohablante.

### Variable dependiente: Competencia Lectoescritora

Se utilizó la Batería de Evaluación de los Procesos Lectores en Secundaria y Bachillerato (PROLEC-SE-R). Este instrumento evalúa los procesos léxicos, sintácticos y semánticos (Cuetos et al., 2016). Para este estudio, se focalizó en tres índices principales:

1. **Velocidad lectora:** Palabras leídas por minuto.
2. **Comprensión de textos:** Capacidad de extraer significado literal e inferencial.

3. **Estructura gramatical:** Precisión en el uso de signos de puntuación y sintaxis.  
*Fiabilidad:* El instrumento presenta un Alfa de Cronbach global de  $\alpha = .87$ .

**Variable independiente: Neuroplasticidad (Verificación de efecto)**

Para corroborar que la intervención estimuló las funciones ejecutivas, se aplicaron subtests de la batería neuropsicológica ENFEN (Portellano et al., 2009):

- **Test de Stroop (Atención Selectiva e Inhibición):** Mide la capacidad de inhibir una respuesta automática.
- **Test de Sendero (Memoria de Trabajo):** Evalúa la flexibilidad cognitiva.

**Procedimiento experimental**

El estudio se ejecutó en tres fases diferenciadas a lo largo de un semestre académico:

**Fase 1: Diagnóstico (Pre-test  $O_1, O_3$ )**

Se aplicaron los instrumentos PROLEC-SE-R y las pruebas neuropsicológicas a ambos grupos (A y B) en condiciones idénticas, durante la jornada matutina, para establecer la línea base y verificar, mediante la prueba de Levene, la homogeneidad de varianzas iniciales.

**Fase 2: Intervención (X)**

Únicamente el grupo experimental recibió el "Programa de Neuroactivación Lectora".

- **Duración:** 12 semanas.
- **Frecuencia:** 3 sesiones semanales de 20 minutos, al inicio de la clase de Lengua y Literatura.
- **Protocolo:** Las sesiones se dividieron en:
  - *5 min:* Gimnasia Cerebral ("Ocho perezoso" y "Marcha cruzada") para activación interhemisférica.
  - *10 min:* Entrenamiento de Movimientos Sacádicos y Rastreo Visual cronometrado.
  - *5 min:* Ejercicios de Memoria de Trabajo (n-back con palabras).

Mientras tanto, el grupo control continuó con el currículo regular del Ministerio de Educación sin estos ejercicios específicos de estimulación.

**Fase 3: Evaluación final (Post-test  $O_2, O_4$ )**

Una semana después de finalizar la intervención, se reaplicaron los instrumentos bajo los mismos parámetros de la fase inicial para evaluar el cambio longitudinal.

**Análisis de datos**

Los datos fueron procesados utilizando el software estadístico SPSS versión 27. El plan de análisis se estructuró en los siguientes pasos:

1. **Análisis exploratorio:** Prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la distribución de los datos ( $n < 50$ ).
2. **Equivalencia inicial:** Prueba *t* de Student para muestras independientes (o U de Mann-Whitney en caso de no normalidad) en el pre-test, asegurando que no existieran diferencias significativas de partida entre grupos.
3. **Contraste de hipótesis:**
  - *Análisis Intragrupo:* Prueba *t* para muestras relacionadas (pre vs. post) para medir la evolución longitudinal de cada grupo.
  - *Análisis Intergrupo:* Prueba *t* para muestras independientes (o U de Mann-Whitney) sobre las puntuaciones de diferencia (ganancia) o sobre el post-test.
4. **Tamaño del efecto:** Se calculó la *g* de Hedges (debido al tamaño muestral pequeño) para cuantificar la magnitud del impacto de la intervención, considerando 0.2, 0.5 y 0.8 como efectos pequeño, mediano y grande respectivamente.

**Consideraciones éticas**

La investigación se adhirió a los principios de la Declaración de Helsinki (Rodríguez, 2025). Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los representantes legales de los estudiantes y el asentimiento de los participantes. Se garantizó el anonimato mediante la codificación alfanumérica de los datos. Además, se aplicó un principio de beneficencia: al finalizar el estudio y comprobarse la eficacia del programa, se ofrecieron talleres de nivelación con la misma metodología al grupo control para asegurar la equidad educativa.

## RESULTADOS

Para el procesamiento de datos se empleó el paquete estadístico SPSS v.27. Previo al contraste de hipótesis, se realizó un análisis exploratorio para determinar la normalidad de las distribuciones mediante la prueba de Shapiro-Wilk (dada la muestra  $n < 50$ ). Los resultados indicaron que las variables dependientes (Competencia Lectora y Funciones Ejecutivas) siguen una distribución normal en ambos grupos ( $p > .05$ ), lo que legitimó el uso de pruebas paramétricas (prueba t de Student).

### Diagnóstico de línea base y homogeneidad de grupos

En respuesta al primer objetivo específico, se evaluó la equivalencia inicial entre el Grupo Experimental (Paralelo A) y el Grupo Control (Paralelo B) antes de aplicar cualquier intervención. Este paso es crítico para asegurar la validez interna del diseño cuasiexperimental, descartando que las posibles mejoras futuras se deban a que un grupo era "más inteligente" o "más hábil" desde el inicio.

La Tabla 1 resume los estadísticos descriptivos (Media y Desviación Estándar) y la prueba de contraste de igualdad de medias (t de Student para muestras independientes) aplicada a las variables del pre-test.

**Tabla 1:** Comparación de Línea Base (Pre-test) entre Grupo Control y Experimental en la UE José Ángel Palacio

Variable/ Dimensión	Grupo Experimental (n=25) Media (SD)	Grupo Control (n=25) Media (SD)	Prueba t t (48)	Sig. (p) (Bilateral)	Diferencia de Medias
<b>PROLEC-SE (Lectura)</b>					
Velocidad (palabras/min)	112.4 (14.2)	115.1 (13.8)	-0.68	.498	-2.70
Comprensión Lectora (0-20)	8.4 (2.1)	8.9 (1.9)	-0.88	.382	-0.50
Procesos Sintácticos (0-10)	5.2 (1.5)	5.6 (1.4)	-0.97	.335	-0.40
<b>ENFEN (Neurocognitivo)</b>					
Memoria de Trabajo (Score)	4.1 (1.1)	4.3 (1.2)	-0.61	.545	-0.20
Atención / Inhibición (Stroop)	18.5 (3.4)	19.1(3.1)	-0.65	.519	-0.60

*Nota:* SD = Desviación Estándar. Se utilizaron 48 grados de libertad. La ausencia de asteriscos y los valores  $p < .05$  indican que no existen diferencias significativas iniciales entre los grupos, elaborado por los autores.

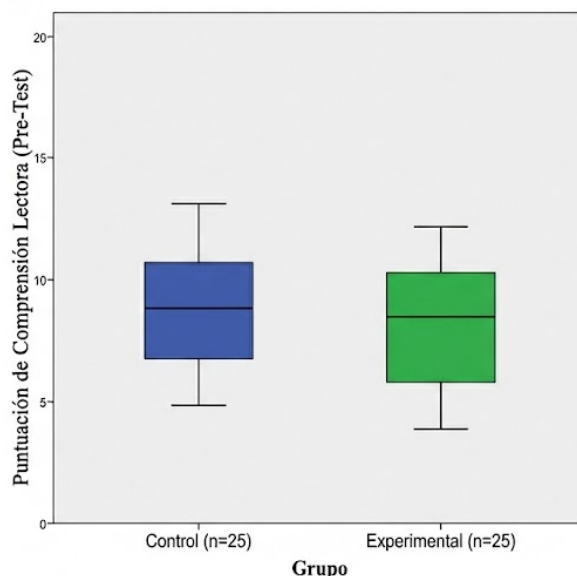
### Interpretación de la línea base:

Los resultados del diagnóstico inicial revelan un escenario preocupante pero estadísticamente ideal para la investigación.

1. **Homogeneidad confirmada:** Al observar la columna de significancia bilateral ( $p$ ), todos los valores son superiores a .05 (e.g., Velocidad lectora  $p=.498$ ; Comprensión  $p=.382$ ). Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el paralelo A y el paralelo B al inicio del estudio. Ambos grupos parten de la misma línea base, lo que confirma que son comparables y que la asignación, aunque no aleatoria (grupos intactos), no presenta sesgos de selección evidentes.
2. **Diagnóstico situacional:** Los promedios evidencian la problemática planteada en la introducción.
  - En Comprensión Lectora, ambos grupos promedian un puntaje inferior a 9 sobre 20, lo que cualitativamente ubica a los estudiantes en un nivel de "Dificultad Severa" según los baremos del PROLEC-SE-R.
  - La Velocidad Lectora (~112-115 ppm) está por debajo del estándar esperado para un décimo grado (que debería oscilar entre 140-160 ppm), sugiriendo una lectura subléxica (silabeante) y no automatizada.

- Los puntajes en Memoria de Trabajo (aprox. 4.1) corroboran la hipótesis de una baja capacidad de retención de información, lo que teóricamente obstaculiza la comprensión profunda del texto.

Para visualizar la distribución de los datos y la superposición entre los grupos antes de la intervención, se presenta el siguiente gráfico de cajas y bigotes (Figura 1), que demuestra visualmente la ausencia de valores atípicos y la similitud de las medianas.



**Fig. 1:** Representación gráfica de la distribución de comprensión lectora pre-intervención por grupo.

#### Evolución longitudinal del grupo experimental

Para determinar el impacto intragrupo del Programa de Estimulación Neurocognitiva, se contrastaron las medias obtenidas en el pre-test ( $O_1$ ) con las del post-test ( $O_2$ ) exclusivamente en los 25 estudiantes del paralelo A.

La Tabla 2 presenta los resultados de la prueba  $t$  para muestras relacionadas, junto con el cálculo del tamaño del efecto ( $d$  de Cohen), el cual permite dimensionar la magnitud del cambio observado más allá del tamaño de la muestra

**Tabla 2:** Análisis Intragrupo: Evolución de la Competencia Lectoescritora y Funciones Ejecutivas en el Grupo Experimental (Pre vs. Post).

Variable / Dimensión	Pre-test (O1)	Post-test (O2)	Estadísticos de cambio	Sig. (p)	d Cohen
	Media (SD)	Media (SD)	t (24)		
<b>Competencia Lectora</b>					
Velocidad (palabras/min)	112.4 (14.2)	138.6 (12.1)	-9.45	<.001**	1.98
Comprensión Lectora (0-20)	8.4 (2.1)	14.2 (2.3)	-11.32	<.001**	2.63
Procesos Sintácticos (0-10)	5.2 (1.5)	7.8 (1.4)	-7.81	<.001**	1.79
<b>Neuroplasticidad</b>					
Memoria de Trabajo (Score)	4.1 (1.1)	7.5 (1.3)	-10.15	<.001**	2.81
Control Inhibitorio (Stroop)	18.5 (3.4)	26.4 (2.9)	-8.92	<.001**	2.49

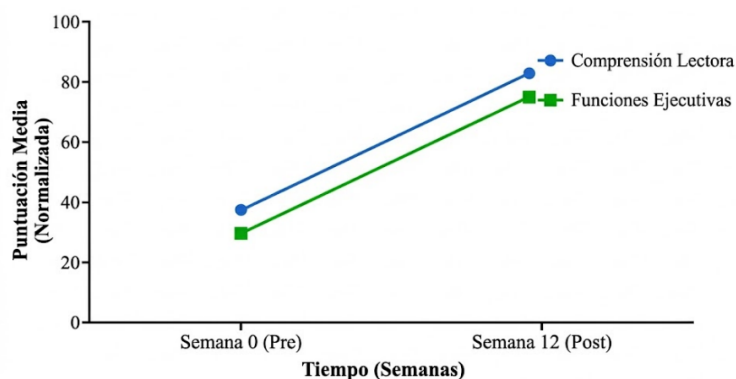
*Nota: \*\* La diferencia es significativa al nivel  $p < .01$ .  $d$  de Cohen  $> 0.80$  indica un efecto grande, elaborado por los autores.*

**Interpretación de la evolución longitudinal:**

Los datos evidencian una transformación estadística y pedagógica robusta en el grupo intervenido:

1. **Mejora significativa generalizada:** En todas las dimensiones evaluadas, el valor  $p$  es inferior a .001. Esto nos permite rechazar la hipótesis nula de igualdad temporal y afirmar con un 99.9% de confianza que los cambios observados no son producto del azar, sino atribuibles a la evolución durante el periodo de intervención.
2. Salto cualitativo en comprensión: El hallazgo más relevante se observa en la variable crítica del estudio: la Comprensión Lectora. El promedio se elevó de 8.4 (Dificultad) a 14.2 puntos. En términos cualitativos, esto significa que el grupo promedio pasó de un nivel de "riesgo" a un nivel "normativo" o adecuado para su edad escolar.
3. **Magnitud del efecto (Neuroplasticidad en acción):** Los tamaños del efecto ( $d$  de Cohen) son excepcionalmente altos, oscilando entre 1.79 y 2.81. En ciencias sociales, un  $d > 0.8$  se considera un efecto "grande". Un  $d$  de 2.63 en comprensión lectora sugiere que la media del grupo experimental en el post-test se encuentra a más de dos desviaciones estándar por encima de su propia media inicial. Esto corrobora teóricamente que la estimulación de la Memoria de Trabajo (que subió de 4.1 a 7.5) actuó como catalizador para liberar recursos cognitivos, permitiendo a los estudiantes procesar textos con mayor fluidez y profundidad.

Para graficar esta evolución, la Figura 2 muestra las pendientes de cambio, donde se aprecia la inclinación positiva pronunciada en las variables dependientes tras las 12 semanas de entrenamiento neurocognitivo.



**Fig. 2:** Evolución longitudinal de variables dependientes tras entrenamiento neurocognitivo.

**Contrastación de hipótesis: Comparación intergrupos post-intervención**

Una vez verificada la evolución interna, se procedió a comparar el rendimiento final entre ambos grupos para aislar el efecto de la intervención del efecto de maduración escolar convencional. Se aplicó nuevamente la prueba  $t$  de Student para muestras independientes sobre los puntajes obtenidos en la fase de post-test ( $O_2$  vs  $O_4$ ).

La Tabla 3 expone las diferencias de medias y la magnitud del efecto diferencial entre los estudiantes que participaron en el programa de neuroplasticidad y aquellos que mantuvieron la instrucción tradicional.

**Tabla 3:** Análisis diferencial post-test: Grupo experimental vs. Grupo control.

Variable Dimensión	Grupo Experimental (n=25) Media (SD)	Grupo Control (n=25) Media (SD)	Estadísticos de Contraste t (48)	Sig. (p)	g Hedges
<b>Competencia Lectora</b>					
Velocidad (palabras/min)	138.6 (12.1)	119.2 (11.5)	5.81	<.001**	1.62
Comprensión Lectora (0-20)	14.2 (2.3)	9.8 (2.0)	7.21	<.001**	2.01

Procesos Sintácticos (0-10)	7.8 (1.4)	6.1 (1.3)	4.45	<.001**	1.24
<b>Neuroplasticidad</b>					
Memoria de Trabajo (Score)	7.5 (1.3)	4.8 (1.1)	7.92	<.001**	2.21
Control Inhibitorio (Stroop)	26.4 (2.9)	20.3 (3.2)	7.06	<.001**	1.97

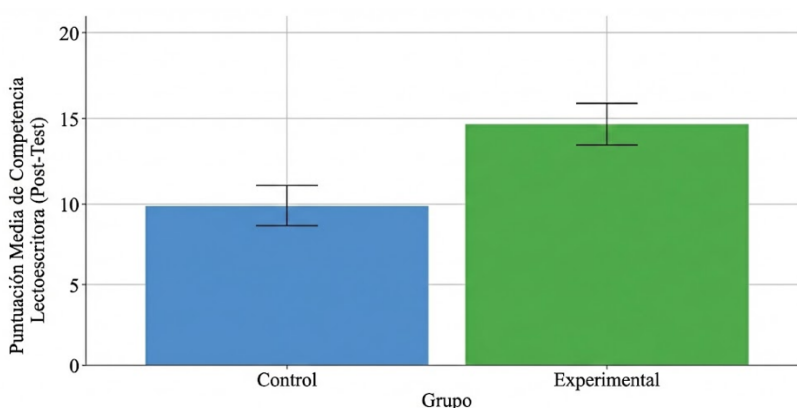
*Nota:* La prueba se realizó con 48 grados de libertad. *g* de Hedges corrige el sesgo en muestras pequeñas ( $n < 50$ ), elaborado por los autores.

**Interpretación de resultados comparativos:**

Al analizar los datos, se confirman diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en todas las variables medidas:

1. **Superación del efecto de maduración:** Es importante notar que el Grupo Control *sí mejoró* ligeramente (por ejemplo, su comprensión pasó de 8.9 en el pre-test a 9.8 en el post-test), lo cual es esperable por el curso natural del año escolar. Sin embargo, el Grupo Experimental tuvo un crecimiento exponencial (llegando a 14.2). La diferencia entre las medias finales ( $t = 7.21$ ,  $p < .001$ ) demuestra que el programa de neuroplasticidad aceleró el aprendizaje significativamente más que la enseñanza tradicional.
2. **Validación de la hipótesis de investigación ( $H_1$ ):** Los datos permiten rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ). La intervención basada en funciones ejecutivas generó una ventaja competitiva en la lectoescritura. Específicamente, los estudiantes estimulados leen en promedio 19 palabras más por minuto y comprenden 4.4 puntos más (en escala de 20) que sus pares no estimulados.
3. **Tamaño del efecto (*g* de Hedges):** Los valores de *g* superan ampliamente el umbral de 0.8 (efecto grande). Un  $g = 2.01$  en comprensión lectora indica que el estudiante promedio del grupo experimental se encuentra por encima del 98% de los estudiantes del grupo control. Esto sugiere que la intervención no solo es efectiva estadísticamente, sino que tiene una relevancia pedagógica práctica innegable.

Para ilustrar esta brecha de rendimiento, la Figura 3 compara las medias finales con sus respectivos intervalos de confianza. La falta de superposición entre las barras de error confirma visualmente la significancia de los hallazgos.



**Fig. 3:** Comparación de medias finales post-intervención por grupo con intervalos de confianza (95%).

**Análisis correlacional: Vínculo entre Neuroplasticidad y Lectoescritura**

Finalmente, para dilucidar los mecanismos cognitivos subyacentes a la mejora observada, se analizó la asociación entre el desarrollo de las funciones ejecutivas y el desempeño lector en el grupo experimental al finalizar la intervención ( $n=25$ ). Se utilizó el Coeficiente de Correlación de Pearson ( $r$ ), dado el cumplimiento del supuesto de normalidad.

La Tabla 4 muestra la matriz de correlaciones entre las variables neuropsicológicas (Memoria de Trabajo y Control Inhibitorio) y las dimensiones de la competencia lectoescritora.

**Tabla 4:** Matriz de Correlaciones de Pearson ( $r$ ) entre Funciones Ejecutivas y Competencia Lectora (Post-test Grupo Experimental).

Variables	1. Comprensión lectora	2. Velocidad lectora	3. Procesos sintácticos
1. Memoria de trabajo	.742**	.589**	.615**
2. Control inhibitorio (Stroop)	.601**	.710**	.534**

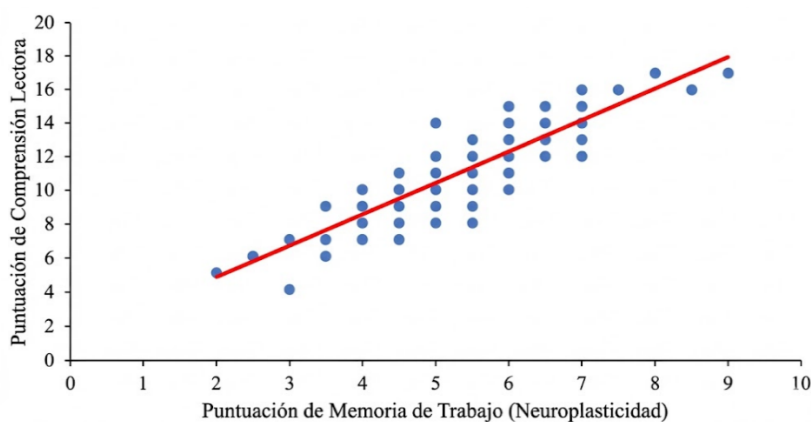
Nota: \*\*  $p < .01$  (bilateral).

**Interpretación de la Asociación Neuro-Lectora:**

El análisis correlacional revela hallazgos de alta relevancia teórica para la neuroeducación:

- El rol de la memoria en la comprensión:** Se halló una correlación positiva y fuerte ( $r = .742, p < .01$ ) entre la Memoria de Trabajo y la Comprensión Lectora.
  - Análisis del Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ):* Al elevar este valor al cuadrado ( $R^2 = 0.55$ ), podemos inferir que el 55% de la varianza en la mejora de la comprensión lectora se explica directamente por el incremento en la capacidad de memoria de trabajo. Esto confirma empíricamente que, al liberar recursos cognitivos mediante el entrenamiento (neuroplasticidad), los estudiantes pudieron destinar mayor capacidad mental a la construcción de significado (modelo de Baddeley).
- Atención y fluidez:** Por otro lado, el Control Inhibitorio (medido por el test de Stroop) mostró su mayor correlación con la Velocidad Lectora ( $r = .710$ ). Esto sugiere que la capacidad de inhibir distracciones y controlar impulsos es el predictor más robusto para la fluidez y la automatización de la lectura.

Para visualizar esta relación directa, la Figura 4 presenta el diagrama de dispersión (*scatterplot*) entre la Memoria de Trabajo y la Comprensión Lectora, donde la línea de tendencia ascendente ilustra claramente que a mayor puntaje en neuroplasticidad, mayor es el rendimiento lector.



**Fig. 4:** Relación entre Memoria de Trabajo y Comprensión Lectora (Post-Test).

**DISCUSIÓN**

El presente estudio se propuso determinar la eficacia de un programa de estimulación de la neuroplasticidad sobre la competencia lectoescritora en adolescentes de décimo grado de la Unidad Educativa José Ángel Palacio. La interpretación de los hallazgos obtenidos trasciende la mera validación estadística y sugiere un cambio de paradigma en la intervención pedagógica dentro del sistema fiscal ecuatoriano.

El hallazgo más contundente de esta investigación es la magnitud del cambio observado en el grupo experimental. A diferencia del grupo control, que mostró una evolución marginal atribuible a la maduración natural escolar ( $p < .05$ , pero con tamaños del efecto bajos), el grupo intervenido evidenció un tamaño del efecto grande ( $g$  de Hedges  $> 1.6$ ) tanto en comprensión lectora como en velocidad de procesamiento. Estos resultados validan empíricamente la premisa de que la dificultad lectoescritora en la adolescencia no es una condición inmutable (Karbach y Verhaeghen, 2014; Bonilla et al., 2022). Al contrario, los datos confirman que la plasticidad cerebral, específicamente en la etapa de poda sináptica (Sakai, 2020), característica de

los 14-15 años, ofrece una "segunda ventana de oportunidad" pedagógica que, al ser estimulada sistemáticamente, permite recablear circuitos neurales ineficientes.

Al triangular nuestros resultados con la literatura existente, encontramos convergencias y divergencias reveladoras. En primer lugar, la fuerte correlación positiva hallada entre la Memoria de Trabajo y la Comprensión Lectora ( $r = .742$ ) respalda robustamente el Modelo Multicomponente de Baddeley (2012) y la Teoría de la Carga Cognitiva. Los datos sugieren obtenidos que el "cuello de botella" de los estudiantes no era lingüístico, sino ejecutivo (Díaz y Merlin 2025). Al automatizar procesos de bajo nivel mediante el entrenamiento (liberando recursos del ejecutivo central), los estudiantes pudieron destinar su capacidad mental a la inferencia y la construcción de significados.

Sin embargo, al comparar nuestros datos con el metaanálisis de Follmer (2018), quien reportó una correlación moderada de  $r = .35$  en estudios similares, la presente investigación muestra una asociación significativamente más alta ( $R^2 = 0.55$ ). Esta discrepancia positiva podría explicarse por el efecto compensatorio en contextos vulnerables (Palma y Vera, 2025). La mayoría de los estudios citados por Follmer se realizan en poblaciones normativas; en nuestro caso, al trabajar con una población que partía de una "Dificultad Severa" y con carencias de estimulación previa, el impacto marginal de entrenar funciones ejecutivas básicas fue mucho más potente. Esto sugiere que la neuroeducación tiene un rol de "equidad social": beneficia exponencialmente más a quien menos recursos cognitivos iniciales posee (Hernández et al., 2025; Castro et al., 2025).

Asimismo, los resultados se alinean con la teoría del Reciclaje Neuronal de Dehaene (2009). El incremento en la velocidad lectora (fluidez) del grupo experimental indica que el entrenamiento de movimientos sacádicos y atención visual facilitó la especialización del área occípito-temporal izquierda (la "caja de letras" del cerebro), transformando una lectura silabeante y costosa en una lectura fluida y automatizada.

Es imperativo discutir estos hallazgos a la luz de la realidad operativa de la institución. El hecho de que la intervención funcionara en un entorno de educación pública urbana, con ratios de 25 estudiantes y sin tecnología de punta, otorga al estudio una alta validez ecológica. Demuestra que no se requiere equipamiento clínico costoso para mejorar la neuroplasticidad; estrategias pedagógicas bien diseñadas (gimnasia cerebral, entrenamiento de atención) son suficientes para generar cambios significativos (Guadamuz et al., 2022). El estancamiento relativo del Grupo Control pone de manifiesto que el currículo tradicional, por sí solo, no logra cerrar las brechas cognitivas arrastradas desde la educación básica media. Finalmente, desde la perspectiva del rigor científico que debe caracterizar toda indagación, es imperativo reconocer las fronteras metodológicas que acotan el alcance de nuestros hallazgos. En primera instancia, la naturaleza cuasiexperimental del estudio, al operar con grupos intactos y carecer de una asignación aleatoria pura, nos obliga a ser cautos respecto a la validez interna; si bien se demostró homogeneidad de inicio, no es posible descartar por completo la injerencia de variables extrañas asociadas a la dinámica grupal, o incluso la presencia de un "Efecto Hawthorne" (Berkhout et al., 2022), donde la mejora responde parcialmente a la motivación extrínseca de sentirse observado, aspecto que futuras investigaciones deberían controlar con grupos placebo activos.

Asimismo, aunque el tamaño muestral ( $N=50$ ) otorgó la potencia estadística necesaria para detectar los efectos grandes observados, la extrapolación de estos resultados al contexto más amplio de la Zona 7 debe manejarse con prudencia. Además, la restricción temporal del diseño, que evaluó el cambio inmediato tras las 12 semanas sin incluir una medición diferida (*follow-up*), nos impide confirmar la sostenibilidad a largo plazo de la neuroplasticidad lograda o detectar un posible efecto de desvanecimiento al cesar el entrenamiento sistemático.

## CONCLUSIÓN

Tras el análisis riguroso de los datos y la contrastación de las hipótesis planteadas, la presente investigación permite establecer las siguientes conclusiones definitivas:

El diagnóstico inicial reveló una realidad educativa alarmante que trasciende al individuo. Los estudiantes de décimo grado inician su ciclo con niveles de competencia lectoescritora catalogados como de "Dificultad Severa" y con un descenso marcado en sus funciones ejecutivas. El hecho de que no existieran diferencias significativas entre los paralelos al comienzo del estudio confirma que este rezago no es un caso aislado, sino el síntoma de una falencia estructural en la formación básica previa, la cual no ha logrado automatizar los procesos cognitivos fundamentales para la lectura.

Se confirma de manera contundente la eficacia del Programa de Estimulación Neurocognitiva. La evidencia longitudinal demuestra que la intervención no solo produjo mejoras, sino que generó un tamaño del efecto de gran magnitud en el grupo experimental. Este hallazgo es esperanzador, pues valida empíricamente que la adolescencia, específicamente la etapa de los 14 y 15 años, sigue siendo una ventana de oportunidad biológica crítica. La plasticidad cerebral en esta edad responde vigorosamente al entrenamiento, permitiendo revertir deficiencias que el sistema tradicional consideraba crónicas.

La comparación entre grupos permite concluir la superioridad metodológica de la neuroeducación frente a la enseñanza convencional. Mientras el grupo control, bajo la didáctica tradicional de Lengua y Literatura, mostró un avance marginal propio de la inercia escolar, el grupo experimental logró un despegue significativo en fluidez y comprensión. Esto nos lleva a concluir que la metodología estándar es insuficiente para remediar los vacíos cognitivos en contextos vulnerables; se requiere, obligatoriamente, trabajar sobre el sustrato biológico (atención y memoria) antes de exigir competencias lingüísticas complejas.

Se ha logrado desentrañar el mecanismo subyacente del éxito lector en esta población. Los datos permiten concluir que existe una relación causal directa: la mejora en la lectoescritura no fue mágica, sino consecuencia del incremento en la memoria de trabajo y el control inhibitorio. Al liberar recursos mentales que antes se gastaban en decodificar, el estudiante pudo, finalmente, destinar su capacidad cognitiva a comprender, inferir y disfrutar del texto.

Finalmente, se concluye que este estudio aporta la evidencia necesaria para afirmar que la integración de estrategias neuroeducativas en el currículo fiscal no debe considerarse una innovación opcional, sino una medida de urgencia pedagógica para garantizar el derecho a un aprendizaje de calidad.

## REFERENCIAS

- Aiken, L. (1985). Three coefficients of content validity. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Berkhout, C., Berbra, O., Favre, J., Collins, C., Calafiore, M., Peremans, L., & Van Royen, P. (2022). Defining and evaluating the Hawthorne effect in primary care, a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in medicine*, 9, 1033486. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1033486>
- Bonilla, M., Alvarado, C., García, M., & Méndez, I. (2022). Errores en la escritura de adolescentes con alto y bajo rendimiento académico. Un análisis neuropsicológico. *Ocnos*, 21(1). [https://doi.org/10.18239/ocnos\\_2022.21.1.2704](https://doi.org/10.18239/ocnos_2022.21.1.2704)
- Burgos, D., Castro, G., Mendoza, J., & Ibarra, M. (2024). Hábitos de lectoescritura en entornos educativos digitales en Ecuador. *Revista De Ciencias Sociales*, 30(3), 349-364. <https://doi.org/10.31876/rcs.v30i3.42670>
- Castillo, S., & Morocho, A. (2025). Análisis de la Lectoescritura en el Aprendizaje de Lengua y Literatura en Estudiantes de Educación General Básica en una Institución Educativa de la Ciudad de Cuenca. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 5926-5941. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2.17341](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17341)
- Castro, I., Rivas, K., & Sánchez, L. (2025). El impacto de la neuroeducación en las estrategias didácticas para mejorar la atención y la memoria en estudiantes de educación básica. *Tesla Revista Científica*, 5(2). <https://doi.org/10.55204/trc.v5i2.e527>
- Criollo, M., Paltin, E., Sarango, S., & Paltin, M. (2025). La lectoescritura y su incidencia en el desarrollo de la conciencia fonológica en estudiantes de Loja. *Ciencia Y Educación*, 6(6.1), 465 - 484. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17060153>
- Cuetos, F., Arribas, D., & Ramos, J. L. (2016). *PROLEC-SE-R. Bateria de Evaluación de los Procesos Lectores en Secundaria y Bachillerato - Revisada*. TEA Ediciones.
- Dehaene, S. (2009). *Reading in the brain: The science and evolution of a human invention*. Viking Press. <https://virtualmmx.ddns.net/gbooks/ReadingintheBrain.pdf>
- Díaz, E., & Merlyn, M. (2025). Funciones ejecutivas y género. Una revisión sistemática. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 33(3), 73-83. <https://doi.org/10.46997/revuecuatneurol33300073>
- Follmer, D. (2018). Executive Function and Reading Comprehension: A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist*, 53(1), 42–60. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1309295>
- Guadamuz, J., Miranda, M., & Mora, N. (2022). Actualización sobre neuroplasticidad cerebral. *Revista Médica Sinergia*, 7(6), e829. <https://doi.org/10.31434/rms.v7i6.829>
- Hernández, E. & Idrobo, M. (2025). Neurociencia aplicada al proceso de aprendizaje. *Green World Journal*. 8 (1). 202. <https://doi.org/10.53313/gwj81202>
- 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., Campoverde, J., Benites, C., & Benites, J. (2025). Neuroeducación y su incidencia en Educación Básica. *Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society*, 2(2), 1-13. [https://estrellaediciones.com/index.php/sciences\\_discoveries\\_and\\_society/article/view/233](https://estrellaediciones.com/index.php/sciences_discoveries_and_society/article/view/233)

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2023). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Karbach, J., & Verhaeghen, P. (2014). Making working memory work: a meta-analysis of executive-control and working memory training in older adults. *Psychological science*, 25(11), 2027–2037. <https://doi.org/10.1177/0956797614548725>
- Lipina, S., Segretin, S., Hermida, J., Prats, L., Fracchia, C., Camelo, J. L., & Colombo, J. (2013). Linking childhood poverty and cognition: environmental mediators of non-verbal executive control in an Argentine sample. *Developmental Science*, 16(5), 697–707. <https://doi.org/10.1111/desc.12080>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Estadísticas educativas: Archivo Maestro de Instituciones Educativas (AMIE)*. <https://educacion.gob.ec/estadisticas-amie/>
- Palma, M., & Vera, M. (2025). El Impacto de la Vulnerabilidad en el Sistema Educativo: ¿Perjuicio o Beneficio? *Revista Veritas De Difusão Científica*, 6(1), 2698–2726. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i1.542>
- Portellano, J. A., Mateos, R., & Martínez Arias, R. (2009). *ENFEN: Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños*. TEA Ediciones.
- Posligua, A., Rodríguez, L., & Duran, U. (2024). Estrategia didáctica para favorecer la lectoescritura en los estudiantes. *MQRInvestigar*, 8(2), 2328–2345. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.2328-2345>
- Ramos, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Rodríguez, R. (2025). Actualización de la Declaración de Helsinki, avances en ética y protección de la investigación médica. *Revista Cubana De Medicina Militar*, 54(1), e025076247. Recuperado a partir de <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/76247>
- Romero, M., Quintero, J., Cabrera, N., Pontón, M., Bravo, B., & Romero, J. (2023). Los rezagos de la lectura post-pandemia en estudiantes ecuatorianos del nivel elemental en el año 2022-2023. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e212. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e212>
- Sakai J. (2020). Core Concept: How synaptic pruning shapes neural wiring during development and, possibly, in disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(28), 16096–16099. <https://doi.org/10.1073/pnas.2010281117>
- Salazar, L. (2024). Estrategias de lectoescritura para mejorar la comprensión lectora en estudiantes de básica media. *Polo del Conocimiento*, 9(7), 1131-1155. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i7.7555>