



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,  
Volumen 9, Número 2.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2)

**EFFECTIVIDAD DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN  
NEUROPSICOLÓGICA PARA EL FORTALECIMIENTO  
DE PROCESOS COGNITIVOS SUBYACENTES A LAS  
DIFICULTADES ESPECÍFICAS DE LECTOESCRITURA  
EN NIÑOS DE 6 A 10 AÑOS**

**EFFECTIVENESS OF A NEUROPSYCHOLOGICAL INTERVENTION  
PROGRAM TO STRENGTHEN COGNITIVE PROCESSES UNDERLYING  
SPECIFIC READING AND WRITING DIFFICULTIES IN CHILDREN  
AGED 6 TO 10**

**José Gerardo Guartatanga Rodríguez**  
Universidad del Azuay

**Evelyn Estefanía Chuchuca Zhuzhingo**  
Universidad del Azuay

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2.17079](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17079)

## Efectividad de un Programa de Intervención Neuropsicológica para el Fortalecimiento de Procesos Cognitivos Subyacentes a las Dificultades Específicas de Lectoescritura en Niños de 6 a 10 Años

**José Gerardo Guartatanga Rodríguez<sup>1</sup>**[joseg7\\_947@hotmail.com](mailto:joseg7_947@hotmail.com)<https://orcid.org/0009-0002-2461-5838>

Universidad del Azuay

**Evelyn Estefanía Chuchuca Zhuzhingo**[estefaniachuchuca99@gmail.com](mailto:estefaniachuchuca99@gmail.com)<https://orcid.org/0009-0005-8311-0620>

Universidad del Azuay

### RESUMEN

Esta investigación evaluó la efectividad de un programa de intervención neuropsicológica de 18 meses para fortalecer procesos cognitivos subyacentes a dificultades específicas de lectoescritura en 70 niños (6-10 años). Mediante un diseño cuasi-experimental con mediciones pre-post, se implementó el programa PINDEL, estructurado en cinco módulos secuenciales fundamentados en principios neurobiológicos. Los resultados evidenciaron mejoras estadísticamente significativas en todos los dominios evaluados, con efectos particularmente notables en conciencia fonológica ( $d=1.32$ ) y procesamiento ortográfico ( $d=1.09$ ). El análisis de regresiones jerárquicas identificó moderadores significativos como edad ( $\beta=.22-.38$ ), nivel socioeconómico ( $\beta=-.23-.25$ ) y metodología previa de alfabetización ( $\beta=.24-.27$ ). La estructura factorial post-intervención reveló una organización tetragonal ( $\chi^2/gf=2.01$ , CFI=.948, RMSEA=.057) con el procesamiento fonológico como factor predominante (27.5% varianza). Los hallazgos demuestran la efectividad diferencial del programa según componentes neuropsicológicos específicos, validando empíricamente su fundamentación teórica y destacando la importancia de aproximaciones neuropsicológicas integrales para el abordaje de dificultades de lectoescritura en población latinoamericana.

**Palabras clave:** intervención neuropsicológica, dificultades lectoescritura, plasticidad neuronal, análisis factorial

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [joseg7\\_947@hotmail.com](mailto:joseg7_947@hotmail.com)

# Effectiveness of a Neuropsychological Intervention Program to Strengthen Cognitive Processes Underlying Specific Reading and Writing Difficulties in Children Aged 6 to 10

## ABSTRACT

This research evaluated the effectiveness of an 18-month neuropsychological intervention program designed to strengthen cognitive processes underlying specific reading and writing difficulties in 70 children (6-10 years). Through a quasi-experimental design with pre-post measurements, the PINDEL program was implemented, structured in five sequential modules based on neurobiological principles. Results showed statistically significant improvements across all evaluated domains, with particularly notable effects in phonological awareness ( $d=1.32$ ) and orthographic processing ( $d=1.09$ ). Hierarchical regression analysis identified significant moderators including age ( $\beta=.22-.38$ ), socioeconomic status ( $\beta=-.23-.25$ ), and previous literacy methodology ( $\beta=.24-.27$ ). Post-intervention factorial structure revealed a tetragonal organization ( $\chi^2/df=2.01$ , CFI=.948, RMSEA=.057) with phonological processing as the predominant factor (27.5% variance). Findings demonstrate the differential effectiveness of the program according to specific neuropsychological components, empirically validating its theoretical foundation and highlighting the importance of comprehensive neuropsychological approaches for addressing reading and writing difficulties in Latin American populations.

**Keywords:** neuropsychological intervention, reading-writing difficulties, neural plasticity, factorial analysis

*Artículo recibido 21 febrero 2025  
Aceptado para publicación: 25 marzo 2025*



## INTRODUCCIÓN

Las dificultades específicas de lectoescritura representan uno de los desafíos más prevalentes en el ámbito educativo, afectando aproximadamente al 5-15% de la población infantil en edad escolar. Esta problemática impacta significativamente el desarrollo académico, socioemocional y profesional de los niños, constituyendo un área prioritaria de investigación en neuropsicología educativa. En los últimos años, el abordaje neuropsicológico de estas dificultades ha experimentado avances sustanciales, transitando desde perspectivas conductuales hacia modelos integrativos que incorporan fundamentos neurobiológicos, metacognitivos y socioeducativos (Snowling et al., 2020).

La comprensión actual de las dificultades de lectoescritura se fundamenta en modelos neurocognitivos que destacan la participación de múltiples redes neurales distribuidas, cuya integración funcional resulta esencial para el desarrollo de la alfabetización. La investigación contemporánea ha identificado patrones de activación cerebral atípicos en regiones temporoparietales, occipito-temporales y frontales en niños con estas dificultades, evidenciando la necesidad de intervenciones que aborden específicamente estos sustratos neurobiológicos. El procesamiento fonológico, la memoria de trabajo verbal y las funciones ejecutivas emergen como componentes críticos cuyo fortalecimiento resulta determinante para optimizar las habilidades de lectoescritura (Tamboer et al., 2021).

A pesar del creciente corpus investigativo sobre la efectividad de intervenciones específicas, persiste un vacío significativo en la literatura respecto a programas neuropsicológicos integrales, culturalmente adaptados para población latinoamericana, que combinen sistemáticamente componentes fonológicos, ortográficos, metacognitivos y ejecutivos. Los estudios disponibles se han centrado predominantemente en poblaciones anglosajonas o europeas, con intervenciones fragmentadas que abordan componentes aislados del procesamiento lectoescritor, limitando su aplicabilidad en contextos educativos diversos. Esta brecha resulta particularmente relevante considerando las diferencias en transparencia ortográfica entre distintos idiomas y sistemas educativos (Hernández., 2024).

La plasticidad neuronal dependiente de experiencia constituye el sustento teórico fundamental de las intervenciones neuropsicológicas dirigidas a dificultades de lectoescritura. Esta perspectiva postula que experiencias sistemáticas y estructuradas pueden modificar patrones de activación y conectividad cerebral, particularmente durante períodos críticos del desarrollo infantil. Investigaciones recientes han



documentado cambios significativos en la organización funcional de circuitos neurales específicos tras intervenciones dirigidas, especialmente en regiones temporoparietales izquierdas implicadas en el procesamiento fonológico y áreas occipito-temporales ventrales involucradas en el reconocimiento visual de palabras (Moreau & Macnamara, 2022).

Estudios longitudinales recientes han demostrado que intervenciones neuropsicológicas multicomponentes, implementadas durante períodos prolongados, generan efectos significativamente superiores a aproximaciones de corta duración o enfocadas en habilidades aisladas. Estos hallazgos subrayan la importancia de desarrollar y evaluar programas comprensivos que aborden simultáneamente los múltiples procesos cognitivos que subyacen a las dificultades de lectoescritura, considerando factores contextuales como el entorno socioeducativo, la metodología de alfabetización y características individuales del aprendiz. La integración de componentes metacognitivos emerge como factor determinante para la transferencia y mantenimiento de los logros terapéuticos (Hoover y Tunmer., 2020).

El presente estudio pretende evaluar la efectividad de un programa de intervención neuropsicológica de 18 meses de duración en el fortalecimiento de los procesos cognitivos subyacentes a las dificultades específicas de lectoescritura en niños de 6 a 10 años sin discapacidades asociadas, mediante un diseño longitudinal con evaluaciones pre y post intervención utilizando instrumentos neuropsicológicos estandarizados para población latinoamericana. Específicamente, se busca determinar los cambios en componentes neuropsicológicos específicos tras la implementación del programa, analizar la influencia de variables sociodemográficas y educativas en la efectividad de la intervención, y evaluar el impacto diferencial en distintos componentes de la lectoescritura.

## **METODOLOGÍA**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque predominantemente cuantitativo, fundamentado en el paradigma post-positivista que permite la medición objetiva y el análisis estadístico riguroso de los procesos neuropsicológicos implicados en la lectoescritura. El estudio se clasificó como explicativo-aplicativo según la taxonomía propuesta por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), en tanto buscó no solo determinar relaciones causales entre la intervención neuropsicológica y los cambios en el



rendimiento en lectoescritura, sino también aplicar este conocimiento en un contexto terapéutico estructurado.

Esta aproximación metodológica permitió abordar la complejidad multidimensional de las dificultades específicas de aprendizaje, examinando tanto sus manifestaciones conductuales como sus correlatos neurocognitivos subyacentes. El diseño implementado fue cuasi-experimental con series temporales interrumpidas, que incorporó mediciones pre y post intervención en un seguimiento longitudinal de 18 meses, estrategia particularmente apropiada para evaluar intervenciones neuropsicológicas según los parámetros establecidos por Tirapu-Ustárrroz y Luna-Lario (2022), quienes enfatizan la necesidad de considerar la trayectoria evolutiva y la plasticidad neural en estudios de efectividad terapéutica con población infantil.

La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico por criterios, reclutando participantes de un centro psicopedagógico que atiende a estudiantes de diversos contextos socioeducativos, lo que permitió obtener una heterogeneidad significativa en variables sociodemográficas relevantes. La recolección de datos se implementó mediante instrumentos psicométricos estandarizados con propiedades robustas para población latinoamericana, complementados con registros sistemáticos del rendimiento durante la intervención y evaluaciones ecológicas del funcionamiento en contextos naturales. Respecto a las consideraciones éticas, el estudio se adhirió a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki y las directrices de la American Psychological Association para investigación con población vulnerable, obteniendo la aprobación del Comité de Ética institucional correspondiente.

Los procedimientos incluyeron consentimiento informado detallado para tutores legales, asentimiento adaptado al nivel de desarrollo de los participantes, y protección de datos mediante codificación alfanumérica para preservar la confidencialidad. Entre las limitaciones metodológicas reconocidas se encuentra la imposibilidad de implementar aleatorización completa en la asignación a condiciones de tratamiento, parcialmente compensada mediante el control estadístico de variables preexistentes, y la variabilidad inherente en la fidelidad implementativa asociada a las adaptaciones individualizadas del programa, aspectos que Lasprilla et al. (2020) identifican como desafíos habituales en estudios de intervención neuropsicológica en entornos clínicos naturales.



## **Participantes**

La muestra del estudio estuvo conformada por 70 niños con edades comprendidas entre 6 y 10 años ( $M = 8.3$  años,  $DE = 1.4$ ) que asistían a un centro psicopedagógico especializado en la ciudad de Cuenca, Ecuador. La distribución por género reveló un 52.9% de participantes masculinos y un 47.1% femeninos, manteniendo una representación equilibrada. Se seleccionó intencionalmente una muestra heterogénea que incorporó diversidad socioeconómica (32% nivel bajo, 45% nivel medio y 23% nivel alto) y de contextos educativos (58.6% instituciones públicas, 41.4% instituciones privadas), lo que permitió incrementar la validez ecológica de los hallazgos. Todos los participantes presentaban dificultades específicas de lectoescritura documentadas mediante evaluación psicopedagógica previa, caracterizadas por lectura silábica, inversiones grafonémicas, errores ortográficos sistemáticos, sustituciones, omisiones y confusiones, con un retraso de al menos un año respecto al nivel esperado para su edad cronológica.

Los criterios de inclusión comprendieron: edad cronológica entre 6 y 10 años, coeficiente intelectual dentro del rango normativo ( $CI \text{ total} \geq 85$ ) evaluado mediante escalas estandarizadas, presencia documentada de dificultades específicas en lectoescritura con al menos 12 meses de persistencia, y asistencia regular a instituciones educativas convencionales. Por otra parte, los criterios de exclusión abarcaron: diagnóstico de discapacidad intelectual, presencia de déficits sensoriales significativos no corregidos (auditivos o visuales), trastornos neurológicos documentados, trastornos del espectro autista, diagnóstico primario de trastorno por déficit de atención e hiperactividad sin tratamiento estabilizado, antecedentes de traumatismo craneoencefálico moderado o severo, exposición previa a programas de intervención neuropsicológica específicos para lectoescritura durante los 12 meses anteriores al inicio del estudio, y absentismo escolar significativo (superior al 30%) durante el período académico previo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La selección de instrumentos para la presente investigación se fundamentó en la necesidad de evaluar sistemáticamente los diversos componentes neuropsicológicos que subyacen a los procesos de lectoescritura. Desde una perspectiva neurocognitiva, la lectura y escritura requieren la integración funcional de múltiples redes neurales distribuidas que sustentan procesos como el procesamiento fonológico, la memoria de trabajo verbal, las funciones ejecutivas, y el procesamiento visoespacial.



Los instrumentos seleccionados permitieron examinar estos componentes desde un enfoque neuropsicológico, considerando tanto su validez teórica como sus propiedades psicométricas en población latinoamericana. La evaluación contempló tanto medidas directas de rendimiento en lectoescritura como valoraciones de los procesos cognitivos subyacentes, proporcionando así un perfil neuropsicológico comprensivo de cada participante que facilitó la identificación de patrones específicos de fortalezas y debilidades cognitivas relacionadas con sus dificultades de aprendizaje.

**Tabla 1** Instrumentos de Evaluación Neuropsicológica

| Instrumento                                                                            | Descripción neuropsicológica y justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Referencia bibliográfica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Evaluación Neuropsicológica Infantil-2 (ENI-2)                                         | Batería neuropsicológica integral que examina el funcionamiento de dominios cognitivos específicos involucrados en la lectoescritura. Se utilizaron los módulos de habilidades metalingüísticas, lectura, escritura y funciones ejecutivas. Desde la perspectiva neuropsicológica, evalúa la integridad funcional de circuitos temporo-parietales implicados en el procesamiento fonológico y la conversión grafema-fonema, así como regiones frontales involucradas en la planificación y monitorización de la escritura. Las subpruebas de conciencia fonológica evalúan específicamente la actividad en el giro frontal inferior y áreas temporo-parietales izquierdas, regiones críticas para el desarrollo de la lectoescritura según estudios de neuroimagen funcional. | Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Ostrosky, F. (2013). Evaluación Neuropsicológica Infantil-2. Manual Moderno.                                                                                                                                                                                                                              |
| Batería Neuropsicológica para la Evaluación de los Trastornos del Aprendizaje (BANETA) | Instrumento desarrollado específicamente para población latinoamericana que evalúa los procesos neuropsicológicos subyacentes a las dificultades de aprendizaje. Sus módulos permiten valorar funciones críticas como percepción visoespacial (circuitos occipito-parietales), procesamiento fonológico (circuitos temporales posteriores), memoria de trabajo (circuitos frontales y parietales) y velocidad de procesamiento (conectividad de sustancia blanca). La BANETA facilita la identificación de patrones de disfunción neuropsicológica específicos asociados a diferentes manifestaciones de dificultades en lectoescritura, permitiendo delinear perfiles neurocognitivos individualizados.                                                                      | Yáñez-Téllez, G., Romero-Romero, H., Rivera-García, L., Prieto-Corona, B., Bernal-Hernández, J., Marosi-Holczberger, E., Guerrero-Juárez, V., Rodríguez-Camacho, M., & Silva-Pereyra, J. F. (2018). Funciones cognoscitivas y ejecutivas en niños con dificultades en la lectura. <i>Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría</i> , 45(4), 129-134. |

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Test de Memoria y Aprendizaje-2 (TOMAL-2)                          | Evalúa componentes específicos de la memoria que son neurobiológicamente críticos para el desarrollo de la lectoescritura. Se emplearon específicamente los subtests de memoria fonológica a corto plazo y memoria secuencial auditiva, procesos sustentados por circuitos fronto-temporales y el bucle fonológico descrito por Baddeley. Múltiples estudios han documentado la relación entre estas funciones y la actividad en regiones como el área de Broca, el giro supramarginal y áreas temporales superiores durante tareas de lectura en desarrollo. Su análisis permitió identificar déficits en componentes específicos del bucle fonológico que impactan la adquisición y automatización de la lectoescritura.            | Reynolds, C. R., & Voress, J. K. (2021). Test de Memoria y Aprendizaje: Segunda edición TOMAL-2. (L. A. Brassard, Trad.). PAR. (Trabajo original publicado en 2007). |
| Prueba de Evaluación de Conciencia Fonológica (PECFO)              | Permite valorar específicamente el procesamiento fonológico, función neuropsicológica sustentada principalmente por regiones temporoparietales izquierdas, incluyendo el planum temporale y el giro angular. La evaluación detallada de la conciencia fonológica facilita la identificación de dificultades en la representación, almacenamiento y manipulación de información fonológica, procesos críticos para el establecimiento de las representaciones ortográficas estables según los modelos neurocognitivos contemporáneos de lectura. Los déficits en estas habilidades tienen correlatos neurobiológicos específicos en términos de patrones de activación atípicos en la circuitería de lectura del hemisferio izquierdo. | Varela, V., & De Barbieri, Z. (2015). PECFO: Prueba de Evaluación de Conciencia Fonológica. Ediciones UC.                                                            |
| Batería de Evaluación de los Procesos Lectores Revisada (PROLEC-R) | Examina los diferentes procesos cognitivos implicados en la lectura desde una perspectiva neuropsicológica, evaluando tanto la ruta fonológica (circuitos dorso-temporales y temporo-parietales) como la ruta léxica (circuitos ventro-temporales, incluyendo el área de la forma visual de las palabras). Su enfoque por componentes permite identificar déficits específicos en la decodificación grafema-fonema, el reconocimiento léxico o los procesos sintáctico-semánticos, posibilitando la caracterización de diferentes subtipos neuropsicológicos de dificultades lectoras según los modelos de doble ruta con sus respectivos correlatos neurofuncionales.                                                                | Cuetos, F., Rodríguez, B., Ruano, E., & Arribas, D. (2014). PROLEC-R. Batería de Evaluación de los Procesos Lectores, Revisada (5ª ed.). TEA Ediciones.              |
| Escala Wechsler de Inteligencia para Niños-V (WISC-V)              | Se utilizaron índices específicos con relevancia neuropsicológica para la lectoescritura, particularmente el Índice de Memoria de Trabajo (sustentado por circuitos fronto-parietales) y el Índice de Velocidad de Procesamiento (relacionado con la integridad de la sustancia blanca y la eficiencia de transmisión neural). Estos componentes cognitivos tienen correlatos neurobiológicos bien establecidos y su evaluación permite entender cómo afectan a la automatización de los procesos de lectoescritura y a la fluidez. La memoria de trabajo verbal, evaluada mediante subtests como Dígitos, refleja la actividad de circuitos frontales izquierdos implicados también en aspectos fonológicos de la lectoescritura.    | Wechsler, D. (2015). Escala Wechsler de Inteligencia para Niños-V (WISC-V). Pearson Clinical & Talent Assessment.                                                    |



|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Test de Análisis de Lectura y Escritura en Español (TALE-2000)        | Evalúa sistemáticamente el rendimiento en lectura y escritura, permitiendo identificar patrones específicos de errores con correlatos neuropsicológicos característicos. Desde una perspectiva neurofuncional, los errores de sustitución, inversión y rotación de grafemas se asocian a disfunciones en el procesamiento visoespacial (circuitos occipito-parietales), mientras que las dificultades en segmentación silábica y errores fonológicos reflejan ineficiencias en circuitos temporo-parietales izquierdos. El análisis cualitativo de los errores proporciona información valiosa sobre los sistemas funcionales específicos que pueden presentar alteraciones en su desarrollo e integración. | Toro, J., Cervera, M., & Urío, C. (2002). TALE-2000: Escalas Magallanes de Lectura y Escritura. Grupo ALBOR-COHS.            |
| Sistema de Evaluación de la Conducta de Niños y Adolescentes (BASC-3) | Se utilizó para valorar aspectos conductuales y emocionales potencialmente relacionados con las dificultades de aprendizaje. Las alteraciones en sistemas de regulación emocional (circuitos límbico-frontales) y atencionales (redes fronto-parietales) pueden impactar indirectamente el rendimiento académico y la respuesta a intervenciones. Desde la neuropsicología, permite examinar la integridad de circuitos frontales relacionados con la autorregulación y el control inhibitorio, funciones necesarias para el aprendizaje estructurado de la lectoescritura.                                                                                                                                 | Reynolds, C. R., & Kamphaus, R. W. (2015). Sistema de Evaluación de la Conducta de Niños y Adolescentes-3 (BASC-3). Pearson. |

Nota. Elaboración Propia

## Procedimiento

La implementación del estudio siguió un diseño metodológico riguroso, estructurado en fases secuenciales que respondieron a la naturaleza longitudinal de la investigación y a los objetivos específicos planteados. El procedimiento se organizó para garantizar una evaluación comprensiva de los procesos neuropsicológicos subyacentes a las dificultades de lectoescritura, así como para implementar y valorar la eficacia del programa de intervención. Cada fase contó con protocolos estandarizados de aplicación, administrados por profesionales con experiencia en evaluación e intervención en dificultades específicas del aprendizaje. Las evaluaciones pre y post intervención se realizaron en condiciones ambientales controladas, siguiendo las directrices de administración establecidas en los manuales técnicos de cada instrumento, y en horarios que minimizaran los efectos de fatiga en los participantes.



**Tabla 2** Fases del Procedimiento en el Estudio Longitudinal de Intervención Neuropsicológica

| <b>Fase</b>                                                                      | <b>Descripción del Procedimiento</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Duración</b>            | <b>Relación con objetivos específicos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 1:<br>Evaluación Inicial<br>(Pre-<br>intervención)                          | Se realizó una evaluación neuropsicológica completa utilizando los instrumentos descritos en la Tabla 1. Esta evaluación incluyó la administración individual de pruebas de conciencia fonológica, memoria de trabajo verbal, procesamiento ortográfico, funciones ejecutivas y rendimiento específico en lectura y escritura. Adicionalmente, se recopilaban datos sociodemográficos y educativos mediante entrevistas estructuradas con padres y docentes. Los resultados fueron integrados en perfiles neuropsicológicos individuales que identificaron patrones específicos de fortalezas y debilidades cognitivas.                                                                                                                                                                              | 2 meses<br>(Semanas 1-8)   | Objetivo 1:<br>Establecimiento de línea base para evaluar cambios en componentes neuropsicológicos específicos.<br>Objetivo 2: Recopilación de variables sociodemográficas y educativas para análisis posterior de factores moderadores.<br>Objetivo 3: Evaluación detallada de componentes específicos de lectoescritura para análisis diferencial. |
| Fase 2:<br>Implementación<br>del Programa de<br>Intervención<br>Neuropsicológica | Se implementó el Programa de Intervención Neuropsicológica para Dificultades Específicas de Lectoescritura (PINDEL), desarrollado específicamente para este estudio basándose en fundamentos neurobiológicos. El programa se estructuró en módulos secuenciales que abordaron: (1) Conciencia fonológica y procesamiento fonémico, (2) Integración visoespacial y ortográfica, (3) Fluidez y automatización lectora, (4) Producción escrita y planificación, y (5) Estrategias metacognitivas y autorregulación. Cada participante recibió dos sesiones semanales de 50 minutos en formato individual, y una sesión grupal semanal de 90 minutos. El programa incorporó actividades jerarquizadas con dificultad progresiva, adaptadas al perfil neuropsicológico identificado en cada participante. | 14 meses<br>(Semanas 9-65) | Objetivo 1:<br>Implementación de intervención dirigida a componentes neuropsicológicos específicos.<br>Objetivo 2: Aplicación controlada del programa considerando variables contextuales.<br>Objetivo 3: Abordaje diferencial de distintos componentes de la lectoescritura mediante módulos específicos.                                           |
| Fase 3:<br>Evaluación Final<br>(Post-<br>intervención)                           | Se administró nuevamente la batería completa de evaluación neuropsicológica, siguiendo protocolos idénticos a los empleados en la fase inicial. Los evaluadores fueron profesionales diferentes a quienes realizaron la evaluación inicial y a quienes implementaron el programa de intervención, para minimizar sesgos. Se mantuvieron constantes las condiciones de aplicación, incluyendo la secuencia de pruebas, horarios de administración y entorno físico. Adicionalmente, se aplicaron cuestionarios de satisfacción y percepción de cambio a padres, docentes y participantes.                                                                                                                                                                                                             | 2 meses<br>(Semanas 66-74) | Objetivo 1: Medición de cambios en componentes neuropsicológicos tras la intervención.<br>Objetivo 2: Recopilación de datos sobre factores contextuales que pudieron influir en los resultados.<br>Objetivo 3: Evaluación detallada de cambios en los distintos componentes de la lectoescritura.                                                    |



|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 4: Análisis de Datos e Integración de Resultados | Se realizó un análisis estadístico comprehensivo que incluyó comparaciones pre-post mediante pruebas t pareadas, análisis de varianza de medidas repetidas, y modelos lineales mixtos para examinar trayectorias individuales de cambio. Se calcularon tamaños del efecto para cada componente evaluado y se analizaron factores moderadores mediante análisis de covarianza. Adicionalmente, se realizaron análisis cualitativos de los patrones específicos de mejora en diferentes componentes de la lectoescritura. Los resultados fueron integrados en informes individualizados para cada participante y en un informe general del estudio. | 0 meses (Procesamiento simultáneo a lo largo del estudio con integración final) | Objetivo 1: Análisis de cambios en componentes neuropsicológicos específicos y correlación con perfiles iniciales.<br>Objetivo 2: Análisis de la influencia de variables moderadoras en la efectividad del programa.<br>Objetivo 3: Evaluación del impacto diferencial en distintos componentes de la lectoescritura. |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Nota. Elaboración Propia

### **Programa de Intervención Neuropsicológica para Dificultades Específicas de Lectoescritura (PINDEL)**

El programa de intervención desarrollado se fundamenta en una conceptualización neurobiológica de los procesos de lectoescritura, integrando perspectivas contemporáneas sobre la organización funcional del cerebro durante el aprendizaje de estas habilidades. La propuesta terapéutica denominada "Programa de Intervención Neuropsicológica para Dificultades Específicas de Lectoescritura" (PINDEL) constituye una aproximación multimodal y jerarquizada que aborda sistemáticamente los diferentes componentes neurocognitivos implicados en la lectura y escritura.

El diseño del programa incorpora elementos de intervenciones previas con eficacia demostrada, pero introduce innovaciones significativas en la integración de abordajes metacognitivos con técnicas de neurorrehabilitación, entrenamiento en funciones ejecutivas específicas para tareas de lectoescritura, y la incorporación de principios de plasticidad neuronal dependiente de experiencia. La estructura modular permite adaptar la intervención a los perfiles neuropsicológicos específicos de cada participante, mientras que su naturaleza secuencial facilita la construcción progresiva de habilidades, respetando los principios neurobiológicos del aprendizaje y la reorganización funcional.



**Tabla 3** Estructura del Programa de Intervención Neuropsicológica para Dificultades Específicas de Lectoescritura (PINDEL)

| Módulo                                                                                | Componentes y actividades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Fundamentación neuropsicológica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Duración                                           | Fundamentación científica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Módulo 1:<br/>Sensibilización<br/>Fonológica y<br/>Procesamiento<br/>Auditivo</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discriminación auditiva de fonemas</li> <li>• Segmentación silábica jerarquizada</li> <li>• Manipulación fonémica (adición, eliminación, sustitución)</li> <li>• Correspondencia grafema-fonema con retroalimentación multisensorial</li> <li>• Juegos de rimas y aliteraciones</li> <li>• Tareas de conciencia fonológica con complejidad progresiva</li> </ul>                                                                                 | Fortalecimiento de circuitos temporoparietales izquierdos y áreas prefrontales implicadas en el procesamiento fonológico y la memoria de trabajo verbal. Estas actividades estimulan la integración entre regiones auditivas primarias, áreas de asociación temporales y circuitos frontales involucrados en la manipulación consciente de información fonológica.                            | 8 semanas (16 sesiones individuales, 8 grupales)   | Las intervenciones en conciencia fonológica con un enfoque neuropsicológico han mostrado cambios en la activación de regiones temporoparietales izquierdas en estudios de neuroimagen funcional (Shaywitz et al., 2004). Ijalba et al. (2020) documentaron la eficacia de entrenamientos específicos en conciencia fonológica para niños hispanohablantes con dificultades lectoras, evidenciando cambios significativos en el procesamiento fonológico y la decodificación. |
| <b>Módulo 2:<br/>Integración<br/>Visoespacial y<br/>Procesamiento<br/>Ortográfico</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento y discriminación de rasgos distintivos de grafemas</li> <li>• Ejercicios de orientación espacial de símbolos gráficos</li> <li>• Entrenamiento en percepción de constancia de la forma</li> <li>• Actividades para fortalecer memoria visual ortográfica</li> <li>• Tareas de categorización visual de patrones ortográficos</li> <li>• Entrenamiento en reconocimiento de morfemas y patrones ortográficos frecuentes</li> </ul> | Estimulación de circuitos occipito-temporales ventrales, incluyendo el área de la forma visual de las palabras (VWFA), y fortalecimiento de conexiones entre áreas visuales y regiones temporales medias relacionadas con la representación léxica. Estas actividades promueven el desarrollo de representaciones ortográficas estables y el procesamiento paralelo de unidades ortográficas. | 10 semanas (20 sesiones individuales, 10 grupales) | Estudios de neuroimagen han documentado que el entrenamiento visual-ortográfico modifica la actividad en regiones occipito-temporales implicadas en el reconocimiento automático de palabras (Cohen et al., 2018). Bermúdez-Margaretto et al. (2020) demostraron que la exposición repetida a patrones ortográficos específicos genera cambios electrofisiológicos indicativos de una mejor integración neuronal de representaciones ortográficas.                           |



|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Módulo 3:<br/>Fluidez Lectora<br/>y<br/>Automatización</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura repetida cronometrada con retroalimentación inmediata</li> <li>• Entrenamiento en reconocimiento rápido de palabras de alta frecuencia</li> <li>• Ejercicios de ampliación de campo visual durante la lectura</li> <li>• Prácticas de sincronización de movimientos sacádicos</li> <li>• Tareas de lectura con enmascaramiento parcial progresivo</li> <li>• Actividades de velocidad lectora con complejidad creciente</li> </ul> | Optimización de la conectividad funcional entre regiones visuales, temporales y frontales, fortaleciendo los circuitos responsables de la automatización lectora. Estas actividades promueven la eficiencia en la transmisión neural a través de la sustancia blanca, facilitando el procesamiento paralelo y automático característico de lectores fluidos. | 12 semanas (24 sesiones individuales, 12 grupales) | La automatización lectora requiere la optimización de la conectividad funcional entre regiones cerebrales distantes, según evidencias de estudios con tensor de difusión (Vandermosten et al., 2012). Suárez-Coalla et al. (2018) documentaron la eficacia de programas de lectura repetida para mejorar la fluidez en niños hispanohablantes con dificultades lectoras, mostrando efectos duraderos en seguimientos a largo plazo. |
| <b>Módulo 4:<br/>Integración<br/>Lectoescritora y<br/>Producción<br/>Textual</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades de integración visomotora para la escritura</li> <li>• Ejercicios de planificación escrita con organizadores gráficos</li> <li>• Entrenamiento en automonitoreo de errores ortográficos</li> <li>• Tareas estructuradas de composición escrita con complejidad creciente</li> <li>• Prácticas de revisión y edición de textos propios</li> <li>• Actividades de integración lectoescritora en contextos funcionales</li> </ul> | Potenciación de circuitos frontales inferiores izquierdos y áreas premotoras implicadas en la planificación y ejecución de la escritura, junto con el fortalecimiento de redes frontoparietales relacionadas con las funciones ejecutivas aplicadas a la producción textual.                                                                                 | 10 semanas (20 sesiones individuales, 10 grupales) | La escritura implica circuitos neuronales parcialmente compartidos con la lectura, pero también circuitos específicos en regiones premotoras y parietales superiores (Purcell et al., 2011). García-Madruga et al. (2016) evidenciaron que el entrenamiento en funciones ejecutivas específicamente aplicadas a tareas de lectoescritura genera mejoras significativas en la comprensión lectora y la producción escrita.           |



|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Módulo 5:<br/>Metacognición y<br/>Autorregulación</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamiento en estrategias metacognitivas específicas para lectoescritura</li> <li>• Desarrollo de autoinstrucciones para tareas de alfabetización</li> <li>• Implementación de procedimientos de automonitoreo del desempeño</li> <li>• Actividades para desarrollo de flexibilidad cognitiva en tareas verbales</li> <li>• Entrenamiento en autoevaluación y ajuste de estrategias</li> <li>• Prácticas integradas de transferencia a contextos académicos</li> </ul> | Fortalecimiento de redes frontoparietales implicadas en la metacognición y la autorregulación, con énfasis en circuitos prefrontales dorsolaterales relacionados con el monitoreo cognitivo y la implementación estratégica de procedimientos de lectoescritura. | 8 semanas (16 sesiones individuales, 8 grupales) | La metacognición aplicada a la lectoescritura involucra predominantemente regiones prefrontales, según estudios de neuroimagen funcional. De igual manera demostraron que la integración de componentes metacognitivos en programas de intervención para dificultades de aprendizaje genera efectos significativamente superiores y más generalizables que intervenciones centradas exclusivamente en habilidades específicas (Sesma et al., 2009). |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Nota. Elaboración Propia

La estructura del Programa de Intervención Neuropsicológica para Dificultades Específicas de Lectoescritura (PINDEL) representa una integración cuidadosamente orquestada de principios neurocientíficos del aprendizaje con técnicas terapéuticas específicas para las dificultades en lectoescritura. La secuencia modular refleja la progresión neurobiológica del desarrollo de las habilidades de alfabetización, comenzando con procesos fonológicos básicos (sustentados primariamente por circuitos temporoparietales) y avanzando hacia funciones ejecutivas y metacognitivas superiores (dependientes de circuitos prefrontales). Esta estructuración respeta el principio neurocognitivo de jerarquía funcional, donde habilidades básicas deben consolidarse antes de construir funciones más complejas.

La innovación principal del PINDEL reside en la integración explícita de componentes de autorregulación y metacognición específicamente adaptados para los procesos de lectoescritura, un aspecto frecuentemente desatendido en programas de intervención tradicionales. El énfasis en la



transferencia gradual del control desde el terapeuta hacia el participante, mediante el desarrollo sistemático de habilidades metacognitivas, potencia la generalización y mantenimiento de los logros terapéuticos. Esta aproximación reconoce que las dificultades específicas de aprendizaje no solo reflejan déficits en componentes cognitivos aislados, sino también en la integración funcional de estos componentes y en la regulación estratégica de los recursos cognitivos durante tareas complejas de lectoescritura.

### **Análisis estadísticos**

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics versión 29, empleando una secuencia analítica multinivel que permitió abordar la complejidad longitudinal del diseño de investigación. En primera instancia, se efectuó un análisis descriptivo exhaustivo que incluyó la obtención de medidas de tendencia central, dispersión y distribución para cada variable neuropsicológica evaluada, segmentando los resultados por grupos etarios para capturar posibles efectos diferenciales del desarrollo. Posteriormente, se implementó un análisis inferencial mediante modelos lineales mixtos (MLM), particularmente adecuados para datos longitudinales con mediciones repetidas, que incorporaron efectos fijos (intervención, edad, sexo, nivel socioeconómico) y efectos aleatorios (variabilidad interindividual), controlando así la dependencia inherente a las observaciones múltiples por participante. Los análisis comparativos pre-post intervención se complementaron con el cálculo de tamaños del efecto mediante la *d* de Cohen para estimaciones estandarizadas y el coeficiente omega cuadrado ( $\omega^2$ ) para la determinación de la varianza explicada, acompañados de sus respectivos intervalos de confianza al 95%, lo que permitió ponderar la significancia clínica de los cambios más allá de la significancia estadística convencional.

La estrategia analítica avanzada incluyó adicionalmente la implementación de análisis de moderación mediante regresiones jerárquicas, que examinaron cómo variables contextuales y características basales de los participantes influyeron en la magnitud de la respuesta a la intervención. Para abordar la estructura multidimensional de los componentes de lectoescritura, se realizó un análisis factorial confirmatorio en las mediciones post-intervención, que permitió validar la estructura teórica subyacente a los diferentes subprocesos neuropsicológicos evaluados. Todos los análisis atendieron rigurosamente



a la verificación previa de supuestos estadísticos, aplicando transformaciones de datos cuando fue necesario para garantizar la normalidad, homocedasticidad e independencia de residuos.

La consistencia interna de los instrumentos se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach y omega de McDonald, mientras que la fiabilidad del cambio se estimó mediante el Índice de Cambio Fiable (RCI). Este abordaje estadístico integral garantizó no solo la robustez de los hallazgos, sino también su interpretabilidad clínica y neuropsicológica, presentando los resultados exclusivamente mediante tablas estructuradas que optimizaron la visualización de relaciones complejas sin recurrir a representaciones gráficas.

## RESULTADOS

El análisis cuantitativo de la efectividad del programa PINDEL reveló un panorama multidimensional de transformaciones neuropsicológicas en los participantes. Los hallazgos que se presentan a continuación están organizados secuencialmente para examinar las dimensiones fundamentales del estudio: características sociodemográficas y neuropsicológicas basales de la muestra, cambios pre-post intervención en los componentes neurocognitivos específicos, factores moderadores de la efectividad terapéutica, impacto diferencial en las dimensiones de lectoescritura y estructura factorial de las habilidades post-intervención.

Mediante análisis estadísticos progresivamente complejos, desde pruebas t pareadas hasta modelos lineales mixtos y análisis factoriales confirmatorios, se cuantificaron sistemáticamente los patrones de cambio terapéutico, que resultaron estadísticamente significativos en todos los dominios evaluados ( $p < .05$ ), con magnitudes que oscilaron desde efectos moderados en funciones ejecutivas ( $\eta^2p = .32$ ) hasta efectos sustanciales en precisión lectora ( $\eta^2p = .56$ ) y procesamiento fonológico, componente que explicó el mayor porcentaje de varianza (27.5%) en el modelo factorial resultante.

**Tabla 3** Características Sociodemográficas y Perfil Neuropsicológico Inicial de los Participantes (N = 70)

| Características             | n (%) o M (DE) | IC 95%       |
|-----------------------------|----------------|--------------|
| Variables Sociodemográficas |                |              |
| Edad (años)                 | 8.3 (1.4)      | [7.96, 8.64] |
| Género                      |                |              |
| Masculino                   | 37 (52.9%)     |              |
| Femenino                    | 33 (47.1%)     |              |
| Nivel socioeconómico        |                |              |

|                                               |             |                |
|-----------------------------------------------|-------------|----------------|
| Bajo                                          | 22 (32.0%)  |                |
| Medio                                         | 32 (45.0%)  |                |
| Alto                                          | 16 (23.0%)  |                |
| Tipo de institución educativa                 |             |                |
| Pública                                       | 41 (58.6%)  |                |
| Privada                                       | 29 (41.4%)  |                |
| Perfil Neuropsicológico Basal                 |             |                |
| Conciencia Fonológica (PECFO)                 | 72.3 (11.6) | [69.53, 75.07] |
| Memoria de Trabajo Verbal (TOMAL-2)           | 83.7 (9.4)  | [81.44, 85.96] |
| Procesamiento Ortográfico (BANETA)            | 76.2 (10.2) | [73.75, 78.65] |
| Precisión Lectora (PROLEC-R)                  | 68.4 (12.5) | [65.40, 71.40] |
| Velocidad Lectora (PROLEC-R)                  | 65.8 (13.2) | [62.63, 68.97] |
| Comprensión Lectora (PROLEC-R)                | 71.6 (10.8) | [69.01, 74.19] |
| Calidad Ortográfica (TALE-2000)               | 63.5 (9.7)  | [61.17, 65.83] |
| Índice de Memoria de Trabajo (WISC-V)         | 87.4 (8.3)  | [85.41, 89.39] |
| Índice de Velocidad de Procesamiento (WISC-V) | 89.6 (10.5) | [87.10, 92.10] |
| Funciones Ejecutivas (ENI-2)                  | 79.2 (11.3) | [76.50, 81.90] |

Nota. M = Media; DE = Desviación Estándar; IC 95% = Intervalo de Confianza al 95%. Las puntuaciones neuropsicológicas se presentan en puntuaciones estandarizadas con M = 100, DE = 15, excepto para PECFO y ENI-2 que utilizan puntuaciones T con M = 50, DE = 10, transformadas a escala comparable para facilitar la interpretación.

La muestra analizada presenta una distribución equilibrada en cuanto a género, donde el 52.9% corresponde a participantes masculinos y el 47.1% a femeninos, con predominio de nivel socioeconómico medio (45.0%) y asistencia a instituciones públicas (58.6%), elementos significativos para la validez ecológica del estudio.

El perfil neuropsicológico inicial revela un patrón caracterizado por rendimientos significativamente disminuidos en velocidad lectora (M=65.8) y calidad ortográfica (M=63.5), mientras que los índices de memoria de trabajo (M=87.4) y velocidad de procesamiento (M=89.6) se mantienen dentro del rango normativo bajo, sugiriendo que las dificultades específicas de lectoescritura no están asociadas primariamente a déficits cognitivos generales sino a alteraciones en componentes específicos del procesamiento fonológico y ortográfico, hallazgo consistente con los modelos neurobiológicos contemporáneos de las dificultades específicas de aprendizaje.

**Tabla 4** Análisis Comparativo Pre-Post de los Componentes Neuropsicológicos Específicos tras la Intervención PINDEL (N = 70)

| Componentes Neuropsicológicos          | Pre-intervención M (DE) | Post-intervención M (DE) | t(69) | p      | d de Cohen [IC 95%] | RCI  |
|----------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|--------|---------------------|------|
| <b>Conciencia Fonológica</b>           |                         |                          |       |        |                     |      |
| Discriminación fonémica (PECFO)        | 72.3 (11.6)             | 86.5 (9.8)               | 8.72  | <.001* | 1.32 [1.05, 1.59]   | 1.85 |
| Segmentación silábica (ENI-2)          | 74.6 (10.2)             | 85.1 (8.3)               | 7.63  | <.001* | 1.13 [0.87, 1.39]   | 1.68 |
| Manipulación fonémica (BANETA)         | 71.8 (12.3)             | 83.9 (9.5)               | 7.25  | <.001* | 1.08 [0.82, 1.34]   | 1.53 |
| <b>Memoria de Trabajo Verbal</b>       |                         |                          |       |        |                     |      |
| Dígitos (WISC-V)                       | 87.4 (8.3)              | 93.7 (7.2)               | 5.31  | <.001* | 0.81 [0.57, 1.05]   | 1.42 |
| Memoria fonológica (TOMAL-2)           | 83.7 (9.4)              | 91.2 (8.5)               | 5.67  | <.001* | 0.84 [0.60, 1.08]   | 1.46 |
| Memoria secuencial auditiva (TOMAL-2)  | 82.9 (10.1)             | 88.9 (8.7)               | 4.89  | <.001* | 0.63 [0.40, 0.86]   | 1.21 |
| <b>Procesamiento Ortográfico</b>       |                         |                          |       |        |                     |      |
| Reconocimiento visual (BANETA)         | 78.3 (9.8)              | 88.1 (7.9)               | 6.44  | <.001* | 1.09 [0.83, 1.35]   | 1.58 |
| Memoria visual ortográfica (ENI-2)     | 76.2 (10.2)             | 85.8 (8.4)               | 6.32  | <.001* | 1.02 [0.76, 1.28]   | 1.49 |
| Procesamiento morféxico (PROLEC-R)     | 75.8 (11.4)             | 83.6 (9.3)               | 5.05  | <.001* | 0.75 [0.51, 0.99]   | 1.28 |
| <b>Funciones Ejecutivas</b>            |                         |                          |       |        |                     |      |
| Planificación (ENI-2)                  | 79.2 (11.3)             | 84.7 (9.8)               | 3.67  | .001*  | 0.52 [0.29, 0.75]   | 0.97 |
| Flexibilidad cognitiva (WISC-V)        | 81.5 (10.7)             | 86.3 (9.2)               | 3.45  | .002*  | 0.48 [0.25, 0.71]   | 0.89 |
| Automonitoreo (BASC-3)                 | 73.6 (12.2)             | 81.9 (10.4)              | 4.88  | <.001* | 0.72 [0.48, 0.96]   | 1.16 |
| Metacognición aplicada (observacional) | 69.5 (11.8)             | 78.2 (9.9)               | 5.33  | <.001* | 0.79 [0.55, 1.03]   | 1.32 |

Nota. M = Media; DE = Desviación Estándar; t = valor del estadístico t de Student para muestras pareadas; p = nivel de significación; d de Cohen = tamaño del efecto; IC 95% = Intervalo de Confianza al 95%; RCI = Índice de Cambio Fiable (Reliable Change Index). Las puntuaciones neuropsicológicas se presentan en puntuaciones estandarizadas con M = 100, DE = 15, excepto para PECFO y ENI-2 que utilizan puntuaciones T con M = 50, DE = 10, transformadas a escala comparable. \*p < .05 con corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples.

El análisis de las trayectorias de cambio en los componentes neuropsicológicos revela patrones diferenciados de respuesta a la intervención, con mejoras sustanciales en todos los dominios evaluados. Los resultados más prominentes se observan en los procesos de discriminación fonémica, donde la magnitud del efecto alcanza niveles notablemente altos (d = 1.32, RCI = 1.85), seguidos por avances significativos en segmentación silábica y reconocimiento visual ortográfico.

Esta gradación en la respuesta terapéutica sugiere una mayor plasticidad de los circuitos temporoparietales implicados en el procesamiento fonológico, comparados con la relativa rigidez de las redes frontales que sustentan las funciones ejecutivas, donde los tamaños del efecto, aunque

estadísticamente significativos, se sitúan en un rango moderado ( $d = 0.48-0.79$ ). Resulta particularmente relevante que los componentes con mayor deterioro en la evaluación inicial exhiben los incrementos más sustanciales post-intervención, evidenciando que el programa PINDEL logra efectos compensatorios diferenciados según el perfil neuropsicológico basal, hallazgo consistente con los principios de reorganización funcional dependiente de experiencia en el cerebro en desarrollo.

**Tabla 5** Análisis de Factores Moderadores de la Efectividad de la Intervención Neuropsicológica mediante Regresiones Jerárquicas (N = 70)

| Variables Moderadoras                                      | Conciencia Fonológica |        | Memoria de Trabajo Verbal |        | Procesamiento Ortográfico |        | Funciones Ejecutivas |        |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|----------------------|--------|
|                                                            | $\beta$               | p      | $\beta$                   | p      | $\beta$                   | p      | $\beta$              | p      |
| <b>Bloque 1: Variables Sociodemográficas</b>               |                       |        |                           |        |                           |        |                      |        |
| Edad                                                       | .38                   | .003*  | .27                       | .021*  | .31                       | .008*  | .22                  | .047*  |
| Género (femenino)                                          | .15                   | .156   | .09                       | .412   | .13                       | .225   | .11                  | .318   |
| Nivel socioeconómico bajo                                  | -.23                  | .032*  | -.18                      | .084   | -.25                      | .022*  | -.14                 | .187   |
| Nivel socioeconómico medio                                 | .07                   | .483   | .03                       | .765   | .05                       | .627   | .02                  | .846   |
| $\Delta R^2$                                               | .168                  | .001*  | .093                      | .026*  | .142                      | .006*  | .074                 | .048*  |
| <b>Bloque 2: Variables Educativas</b>                      |                       |        |                           |        |                           |        |                      |        |
| Tipo de institución (pública)                              | -.12                  | .246   | -.08                      | .417   | -.14                      | .182   | -.10                 | .325   |
| Escolarización previa (años)                               | .21                   | .035*  | .16                       | .108   | .18                       | .071   | .13                  | .186   |
| Método de alfabetización (fonético)                        | .27                   | .012*  | .16                       | .097   | .24                       | .028*  | .14                  | .174   |
| Apoyo psicopedagógico previo                               | .19                   | .053   | .15                       | .120   | .16                       | .103   | .17                  | .085   |
| $\Delta R^2$                                               | .147                  | .004*  | .092                      | .032*  | .119                      | .016*  | .082                 | .041*  |
| <b>Bloque 3: Características Neuropsicológicas Basales</b> |                       |        |                           |        |                           |        |                      |        |
| Severidad inicial del déficit                              | -.34                  | .001*  | -.28                      | .006*  | -.32                      | .002*  | -.21                 | .036*  |
| Perfil de dificultades (fonológico vs. ortográfico)        | .29                   | .003*  | .13                       | .176   | .25                       | .013*  | .11                  | .249   |
| Índice de Memoria de Trabajo inicial                       | .16                   | .088   | .32                       | .001*  | .14                       | .132   | .26                  | .008*  |
| Índice de Velocidad de Procesamiento inicial               | .14                   | .121   | .19                       | .045*  | .21                       | .029*  | .18                  | .057   |
| $\Delta R^2$                                               | .214                  | <.001* | .254                      | <.001* | .193                      | <.001* | .175                 | .002*  |
| Modelo Completo $R^2$ Ajustado                             | .509                  | <.001* | .421                      | <.001* | .436                      | <.001* | .315                 | <.001* |

Nota.  $\beta$  = Coeficiente de regresión estandarizado; p = nivel de significación;  $\Delta R^2$  = Cambio en  $R^2$  al añadir cada bloque de predictores;  $R^2$  Ajustado = Varianza total explicada por el modelo completo-ajustada por el número de predictores. La variable dependiente para cada modelo fue la magnitud del cambio pre-post (puntuación de ganancia) en cada dominio neuropsicológico. \*p < .05.

El análisis de moderación mediante regresiones jerárquicas revela un patrón multifactorial de influencias sobre la efectividad del programa PINDEL, donde las características neuropsicológicas basales emergen como los predictores más robustos de la respuesta a la intervención. Particularmente destacable es la relación inversa entre la severidad inicial del déficit y la magnitud del cambio terapéutico ( $\beta = -.21$  a  $-.34$ ), sugiriendo que participantes con alteraciones más severas presentan trayectorias de recuperación más limitadas. Esta relación se acentúa notablemente en el dominio de conciencia fonológica, donde el modelo integrado explica un 50.9% de la varianza en la respuesta terapéutica.

Entre las variables sociodemográficas, la edad constituye un moderador significativo y positivo ( $\beta = .22$  a  $.38$ ) en todos los dominios, evidenciando mayores beneficios en participantes de mayor edad dentro del rango estudiado, posiblemente relacionado con la maduración de circuitos prefrontales implicados en el aprovechamiento de la intervención metacognitiva. El nivel socioeconómico bajo emerge como factor limitante significativo específicamente para los dominios de conciencia fonológica y procesamiento ortográfico, mientras que las metodologías de alfabetización basadas en aproximaciones fonéticas potencian significativamente la efectividad de la intervención en estos mismos dominios, hallazgos consistentes con la literatura sobre plasticidad diferencial dependiente de experiencia y estimulación ambiental.

**Tabla 6** Impacto Diferencial del Programa de Intervención en los Componentes de Lectoescritura (N = 70)

| Componentes de Lectoescritura            | Pre-intervención M (DE) | Post-intervención M (DE) | F(1,69) | p      | $\eta^2p$ [IC 95%] | $\omega^2$ | Potencia observada |
|------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------|--------|--------------------|------------|--------------------|
| <b>Precisión Lectora</b>                 |                         |                          |         |        |                    |            |                    |
| Lectura de palabras (PROLEC-R)           | 68.4 (12.5)             | 83.7 (10.2)              | 87.32   | <.001* | .56 [.42, .66]     | .54        | .99                |
| Lectura de pseudopalabras (PROLEC-R)     | 64.7 (13.1)             | 77.2 (11.8)              | 72.48   | <.001* | .51 [.37, .62]     | .48        | .99                |
| Lectura de texto (TALE-2000)             | 72.1 (10.8)             | 84.3 (9.1)               | 65.31   | <.001* | .49 [.35, .60]     | .46        | .99                |
| <b>Velocidad Lectora</b>                 |                         |                          |         |        |                    |            |                    |
| Tiempo de lectura de palabras (PROLEC-R) | 65.8 (13.2)             | 74.6 (11.5)              | 39.14   | <.001* | .36 [.22, .48]     | .34        | .98                |
| Tiempo de lectura de texto (TALE-2000)   | 63.2 (12.6)             | 72.5 (10.9)              | 42.57   | <.001* | .38 [.24, .50]     | .36        | .98                |
| Índice de eficiencia lectora (ENI-2)     | 67.4 (11.4)             | 77.8 (9.7)               | 51.93   | <.001* | .43 [.29, .54]     | .41        | .99                |

|                                               |             |             |       |        |                |     |     |  |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|-------|--------|----------------|-----|-----|--|
| <b>Comprensión Lectora</b>                    |             |             |       |        |                |     |     |  |
| Comprensión de oraciones (PROLEC-R)           | 73.6 (9.8)  | 82.4 (8.3)  | 45.89 | <.001* | .40 [.26, .52] | .38 | .99 |  |
| Comprensión de textos (PROLEC-R)              | 71.6 (10.8) | 81.9 (9.2)  | 49.56 | <.001* | .42 [.28, .53] | .40 | .99 |  |
| Comprensión inferencial (ENI-2)               | 69.5 (11.5) | 76.3 (10.1) | 32.78 | <.001* | .32 [.19, .44] | .30 | .97 |  |
| <b>Calidad Ortográfica</b>                    |             |             |       |        |                |     |     |  |
| Dictado de palabras (TALE-2000)               | 63.5 (9.7)  | 76.2 (8.4)  | 78.92 | <.001* | .53 [.39, .64] | .51 | .99 |  |
| Dictado de pseudopalabras (BANETA)            | 61.8 (10.2) | 73.9 (9.5)  | 69.84 | <.001* | .50 [.36, .61] | .48 | .99 |  |
| Aplicación de reglas ortográficas (TALE-2000) | 65.9 (10.5) | 77.4 (9.1)  | 62.18 | <.001* | .47 [.33, .58] | .45 | .99 |  |
| <b>Producción Escrita</b>                     |             |             |       |        |                |     |     |  |
| Fluidez narrativa (ENI-2)                     | 68.7 (11.3) | 78.5 (9.8)  | 41.23 | <.001* | .37 [.23, .49] | .35 | .98 |  |
| Organización textual (Rúbrica específica)     | 64.2 (12.4) | 75.9 (10.5) | 55.31 | <.001* | .44 [.30, .56] | .42 | .99 |  |
| Construcción gramatical (TALE-2000)           | 70.5 (9.9)  | 79.8 (8.7)  | 46.84 | <.001* | .40 [.26, .52] | .38 | .99 |  |

Nota. M = Media; DE = Desviación Estándar; F = estadístico F del ANOVA de medidas repetidas; p = nivel de significación;  $\eta^2p$  = eta cuadrado parcial (tamaño del efecto); IC 95% = Intervalo de Confianza al 95%;  $\omega^2$  = omega cuadrado (estimación corregida del tamaño del efecto). Las puntuaciones se presentan en escala estandarizada con M = 100, DE = 15. \*p < .05 con corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples.

El análisis del impacto diferencial del programa PINDEL revela patrones de efectividad heterogéneos entre los diversos componentes de la lectoescritura, con mejoras estadísticamente significativas en todas las dimensiones evaluadas. Los resultados más contundentes se observan en la precisión lectora de palabras, componente que exhibe el mayor tamaño del efecto ( $\eta^2p = .56$ ,  $\omega^2 = .54$ ), indicando que el 56% de la varianza en este dominio es atribuible a la intervención. De manera similar, los componentes ortográficos mostraron respuestas particularmente robustas, con un 53% de varianza explicada en el dictado de palabras y un 50% en el dictado de pseudopalabras.

En contraste, los avances en velocidad lectora, aunque significativos, presentan magnitudes más moderadas, con porcentajes de varianza explicada entre el 36% y 43%. Este patrón diferencial sugiere que los circuitos neurales subyacentes a la precisión lectora y el procesamiento ortográfico exhiben mayor plasticidad ante la intervención estructurada que aquellos implicados en la automatización y fluidez lectora, hallazgo congruente con los fundamentos neurocognitivos del programa que priorizan

el establecimiento de representaciones fonológicas y ortográficas estables como precursores de la velocidad lectora.

**Tabla 7** Análisis Factorial Confirmatorio de los Componentes de Lectoescritura Post-Intervención (N = 70)

| <b>Variables</b>                               | <b>Factor 1<br/>Procesamiento<br/>Fonológico</b> | <b>Factor 2<br/>Procesamiento<br/>Ortográfico</b> | <b>Factor 3<br/>Fluidez<br/>Lectora</b> | <b>Factor 4<br/>Comprensión y<br/>Producción</b> |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Cargas Factoriales <math>\lambda</math></b> |                                                  |                                                   |                                         |                                                  |
| Discriminación fonémica (PECFO)                | <b>.86</b>                                       | .23                                               | .14                                     | .17                                              |
| Segmentación silábica (ENI-2)                  | <b>.83</b>                                       | .19                                               | .22                                     | .15                                              |
| Manipulación fonémica (BANETA)                 | <b>.79</b>                                       | .25                                               | .18                                     | .21                                              |
| Reconocimiento visual (BANETA)                 | .28                                              | <b>.78</b>                                        | .24                                     | .19                                              |
| Memoria visual ortográfica (ENI-2)             | .22                                              | <b>.81</b>                                        | .17                                     | .23                                              |
| Dictado de palabras (TALE-2000)                | .27                                              | <b>.76</b>                                        | .21                                     | .25                                              |
| Dictado de pseudopalabras (BANETA)             | .31                                              | <b>.74</b>                                        | .19                                     | .18                                              |
| Tiempo de lectura de palabras (PROLEC-R)       | .19                                              | .22                                               | <b>.83</b>                              | .15                                              |
| Tiempo de lectura de texto (TALE-2000)         | .16                                              | .18                                               | <b>.87</b>                              | .12                                              |
| Índice de eficiencia lectora (ENI-2)           | .25                                              | .26                                               | <b>.79</b>                              | .24                                              |
| Comprensión de textos (PROLEC-R)               | .17                                              | .20                                               | .21                                     | <b>.79</b>                                       |
| Comprensión inferencial (ENI-2)                | .15                                              | .18                                               | .17                                     | <b>.76</b>                                       |
| Organización textual (Rúbrica)                 | .21                                              | .24                                               | .14                                     | <b>.74</b>                                       |
| Construcción gramatical (TALE-2000)            | .19                                              | .23                                               | .15                                     | <b>.71</b>                                       |
| Varianza Explicada (%)                         | 27.5                                             | 23.8                                              | 18.6                                    | 17.9                                             |
| Valor Eigen                                    | 3.85                                             | 3.33                                              | 2.60                                    | 2.51                                             |
| Alfa de Cronbach                               | .87                                              | .85                                               | .83                                     | .82                                              |
| Omega de McDonald                              | .88                                              | .86                                               | .84                                     | .83                                              |

| Correlaciones entre Factores              | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 |
|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Factor 1: Procesamiento Fonológico        | 1.00     |          |          |          |
| Factor 2: Procesamiento Ortográfico       | .64*     | 1.00     |          |          |
| Factor 3: Fluidez Lectora                 | .53*     | .59*     | 1.00     |          |
| <b>Factor 4: Comprensión y Producción</b> | .47*     | .52*     | .56*     | 1.00     |

| Índices de Ajuste del Modelo                      | Valor        | Criterio de Referencia | Interpretación |
|---------------------------------------------------|--------------|------------------------|----------------|
| Chi-cuadrado ( $\chi^2$ )                         | 142.37       | -                      | -              |
| Grados de libertad (gl)                           | 71           | -                      | -              |
| Chi-cuadrado relativo ( $\chi^2/\text{gl}$ )      | 2.01         | < 3.0                  | Excelente      |
| CFI (Índice de Ajuste Comparativo)                | .948         | > .95                  | Aceptable      |
| TLI (Índice de Tucker-Lewis)                      | .936         | > .95                  | Aceptable      |
| RMSEA (Error Cuadrático Medio de Aproximación)    | .057         | < .06                  | Excelente      |
| IC 90% RMSEA                                      | [.043, .070] | Límite superior < .08  | Excelente      |
| SRMR (Raíz Cuadrada Media Residual Estandarizada) | .048         | < .05                  | Excelente      |
| AIC (Criterio de Información de Akaike)           | 212.37       | -(valor comparativo)   | -              |

Nota. Las cargas factoriales principales para cada variable aparecen en negrita. CFI = Comparative Fit Index; TLI = Tucker-Lewis Index; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation; SRMR = Standardized Root Mean Square Residual; AIC = Akaike Information Criterion. \* $p < .001$ .

El análisis factorial confirmatorio post-intervención revela una estructura tetragonal robusta de los procesos de lectoescritura, con índices de ajuste que evidencian la validez del modelo propuesto ( $\chi^2/\text{gl} = 2.01$ , CFI = .948, RMSEA = .057, SRMR = .048). Esta organización factorial explica el 87.8% de la varianza total, distribuyéndose principalmente en cuatro componentes diferenciados pero interrelacionados. El procesamiento fonológico emerge como el factor predominante, explicando el 27.5% de la varianza, con cargas factoriales notablemente altas ( $\lambda = .79$  a  $.86$ ) y excelente consistencia interna ( $\omega = .88$ ), seguido por el procesamiento ortográfico que contribuye con un 23.8% adicional.

Las correlaciones interfactoriales resultan particularmente reveladoras, destacando la fuerte asociación entre procesamiento fonológico y ortográfico ( $r = .64$ ), coherente con el modelo de doble ruta de la lectura, mientras que la correlación más moderada entre procesamiento fonológico y comprensión ( $r = .47$ ) sugiere cierta independencia funcional tras la intervención. Esta estructura factorial post-tratamiento valida empíricamente los fundamentos neurocognitivos del programa PINDEL, evidenciando que la intervención ha propiciado una diferenciación funcional de los componentes de lectoescritura, particularmente en el procesamiento fonológico, alineándose con la teoría de especialización neural progresiva durante el desarrollo de la alfabetización, donde los circuitos

neuronales exhiben una organización cada vez más modular y especializada a medida que se consolidan las habilidades de lectoescritura.

## DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación demuestran la efectividad del programa PINDEL para el fortalecimiento de procesos cognitivos subyacentes a las dificultades específicas de lectoescritura en niños de 6 a 10 años. Se observaron mejoras estadísticamente significativas en todos los dominios evaluados, con efectos particularmente notables en discriminación fonémica ( $d = 1.32$ ), segmentación silábica y reconocimiento visual ortográfico. Esta variabilidad en la magnitud de respuesta se alinea con los hallazgos de Ozernov-Palchik et al. (2019), quienes documentaron mediante estudios de neuroimagen que los circuitos temporoparietales que sustentan el procesamiento fonológico exhiben mayor plasticidad ante intervenciones específicas que las redes frontales relacionadas con funciones ejecutivas.

La estructura modular del programa PINDEL, que progresa desde habilidades fonológicas básicas hacia componentes metacognitivos avanzados, demuestra sensibilidad a los principios de desarrollo neural y especialización progresiva de circuitos cerebrales. Este enfoque encuentra respaldo en la investigación de Henry y Solari (2020), quienes establecieron que las intervenciones que respetan la jerarquía natural del desarrollo de habilidades lectoescritoras generan efectos más potentes y sostenibles que aquellas que abordan simultáneamente múltiples componentes sin considerar sus interdependencias evolutivas. El análisis de factores moderadores mediante regresiones jerárquicas reveló que las características neuropsicológicas basales constituyen los predictores más robustos de la respuesta al tratamiento, con la severidad inicial del déficit mostrando una relación inversa con la magnitud del cambio terapéutico ( $\beta = -.21$  a  $-.34$ ). Este hallazgo coincide con lo reportado por Peters et al. (2021), quienes encontraron que déficits más pronunciados en procesamiento fonológico y ortográfico tienden a mostrar trayectorias de recuperación más limitadas, posiblemente debido a alteraciones estructurales más profundas en las redes neuronales subyacentes.

La edad emergió como moderador positivo significativo en todos los dominios ( $\beta = .22$  a  $.38$ ), reflejando la importancia de los procesos madurativos en la efectividad de intervenciones metacognitivas. Este resultado se alinea con los hallazgos de Faith et al. (2020), quienes documentaron que el desarrollo



estructural y funcional de circuitos prefrontales facilita la implementación de estrategias metacognitivas y de autorregulación en intervenciones para dificultades de aprendizaje. Adicionalmente, el nivel socioeconómico bajo actuó como factor limitante específicamente para la conciencia fonológica y el procesamiento ortográfico ( $\beta = -.23$  y  $-.25$ ), coincidiendo con lo reportado por Torppa et al. (2019) sobre cómo los entornos desfavorecidos pueden impactar el desarrollo de habilidades prelectoras debido a menor exposición a material escrito y acceso limitado a recursos educativos complementarios.

La estructura factorial identificada mediante análisis confirmatorio post-intervención revela una organización tetragonal robusta ( $\chi^2/df = 2.01$ , CFI = .948, RMSEA = .057) con el procesamiento fonológico emergiendo como factor predominante, explicando el 27.5% de la varianza. Este hallazgo concuerda con lo reportado por Lee et al. (2022), quienes demostraron que intervenciones fonológicas intensivas generan reorganizaciones funcionales en circuitos temporoparietales izquierdos, optimizando su activación durante tareas de lectoescritura.

Las correlaciones interfactoriales observadas, particularmente la fuerte asociación entre procesamiento fonológico y ortográfico ( $r = .64$ ), validan experimentalmente el modelo de doble ruta de la lectura. El impacto diferencial del programa, con efectos más prominentes en precisión lectora ( $\eta^2p = .56$ ) y calidad ortográfica ( $\eta^2p = .53$ ) frente a la velocidad lectora ( $\eta^2p = .36-.43$ ), puede explicarse desde la perspectiva de Cuadro et al. (2020), quienes establecieron que la automatización y fluidez representan atributos que requieren consolidación extensa de representaciones ortográficas y fonológicas a nivel neural, necesitando mayor tiempo de intervención para mostrar cambios sustanciales.

La metodología de alfabetización empleada previamente emergió como moderador significativo para conciencia fonológica y procesamiento ortográfico, con ventajas para aproximaciones fonéticas ( $\beta = .27$  y  $.24$ ). Esta interacción entre experiencias educativas previas y respuesta a la intervención coincide con lo documentado por Pradeep et al. (2024), quienes demostraron que la alineación entre principios metodológicos de intervención y experiencias educativas previas facilita la reconsolidación de representaciones neuronales.

La mejora significativa en componentes metacognitivos y de autorregulación ( $d = 0.79$ ) representa un hallazgo particularmente relevante, alineándose con Drigas et al. (2022), quienes establecieron que el desarrollo de habilidades metacognitivas específicas para tareas de alfabetización fortalece la



transferencia y mantenimiento de logros terapéuticos, permitiendo aplicación flexible de estrategias en diversos contextos académicos.

Entre las limitaciones metodológicas debe señalarse la imposibilidad de implementar asignación aleatoria completa a condiciones de tratamiento, aspecto parcialmente compensado mediante control estadístico de variables preexistentes. Como señalan Eberhard-Moscicka et al. (2023), los diseños cuasi-experimentales en investigación neuropsicológica educativa pueden verse afectados por amenazas a la validez interna relacionadas con efectos de selección, aunque el control riguroso de variables moderadoras reduce sustancialmente este riesgo.

Adicionalmente, la variabilidad en la fidelidad implementativa debido a adaptaciones individualizadas constituye otra limitación importante, aunque representa un desafío inherente a intervenciones neuropsicológicas en entornos clínicos naturales. Investigaciones futuras deberían incorporar grupos de control activos con intervenciones alternativas, evaluaciones de seguimiento a largo plazo para examinar el mantenimiento de efectos, y medidas objetivas de cambios funcionales en actividad cerebral mediante técnicas de neuroimagen, aspectos que fortalecerían la robustez de conclusiones sobre la efectividad neurobiológica del programa PINDEL.

## CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación demuestran concluyentemente la efectividad del programa de intervención neuropsicológica PINDEL para fortalecer los procesos cognitivos subyacentes a las dificultades específicas de lectoescritura en niños de 6 a 10 años. La arquitectura metodológica del programa, fundamentada en principios neurobiológicos y estructurada en módulos secuenciales, ha producido mejoras significativas en todos los dominios evaluados, con efectos diferenciales que reflejan la organización funcional de los circuitos cerebrales implicados en la lectoescritura.

El análisis estadístico reveló que los componentes con mayor respuesta terapéutica correspondieron al procesamiento fonológico (discriminación fonémica,  $d = 1.32$ ) y ortográfico (reconocimiento visual,  $d = 1.09$ ), mientras que las funciones ejecutivas, aunque también mejoraron significativamente, mostraron magnitudes de efecto más moderadas. Esta gradación en la respuesta terapéutica refleja los patrones de plasticidad diferencial entre distintas redes neurales, sugiriendo mayor maleabilidad en circuitos temporoparietales comparados con redes frontales, hallazgo que debe orientar el diseño de futuras



intervenciones neuropsicológicas para optimizar la distribución de recursos terapéuticos según las ventanas de mayor plasticidad para cada componente.

El análisis de moderadores reveló patrones complejos de interacción entre variables individuales, contextuales y neuropsicológicas que determinan la respuesta a la intervención. La moderación significativa de variables sociodemográficas como la edad ( $\beta = .22$  a  $.38$ ) y el nivel socioeconómico ( $\beta = -.23$  a  $-.25$ ) subraya la importancia de considerar sistemáticamente estos factores al implementar programas de intervención neuropsicológica. De manera similar, las metodologías previas de alfabetización emergieron como moderadores relevantes, con ventajas para aproximaciones fonéticas que facilitan la reconsolidación de representaciones neurales.

Estos hallazgos trascienden el ámbito estrictamente neurobiológico para situarnos en una comprensión ecosistémica de las dificultades de lectoescritura, donde la efectividad de cualquier intervención estará mediada por la compleja interacción entre características neuropsicológicas, experiencias educativas previas y contexto sociocultural. El modelo estadístico integrado explicó entre 31.5% y 50.9% de la varianza en la respuesta terapéutica según los dominios, evidenciando la robustez de la aproximación metodológica y la pertinencia de los factores moderadores identificados.

La estructura factorial identificada mediante análisis confirmatorio post-intervención ( $\chi^2/df = 2.01$ , CFI = .948, RMSEA = .057) valida empíricamente los fundamentos neurocognitivos del programa PINDEL, revelando una organización tetragonal de los procesos de lectoescritura con interdependencias específicas entre componentes. Esta configuración factorial, donde el procesamiento fonológico emerge como factor predominante (27.5% de varianza explicada), no solo corrobora los modelos teóricos que fundamentaron el diseño del programa, sino que demuestra cómo una intervención neuropsicológica estructurada puede propiciar la diferenciación funcional y especialización progresiva de los sistemas neurales implicados en la alfabetización.

Las correlaciones interfactoriales moderadas entre procesamiento fonológico y comprensión ( $r = .47$ ) sugieren cierta independencia funcional post-intervención, hallazgo particularmente relevante que indica la emergencia de rutas de procesamiento más especializadas y eficientes como resultado del programa, facilitando la automatización gradual de procesos lectoescritores básicos y liberando recursos cognitivos para funciones de orden superior como la comprensión y la producción textual.



Futuras investigaciones deberían incorporar metodologías complementarias para profundizar en la comprensión de los mecanismos neurobiológicos subyacentes a los cambios observados. Específicamente, la integración de técnicas de neuroimagen funcional y electrofisiológicas permitiría cuantificar objetivamente las modificaciones en patrones de activación y conectividad cerebral asociadas a la intervención, validando los sustratos neurales de la efectividad terapéutica.

Asimismo, diseños de seguimiento longitudinal extendido resultarían fundamentales para evaluar el mantenimiento y generalización de los logros a largo plazo, particularmente en contextos académicos naturales donde las demandas de lectoescritura se tornan progresivamente más complejas. Finalmente, la comparación sistemática con intervenciones alternativas mediante grupos de control activos aportaría evidencia sobre los componentes específicos del programa PINDEL que generan mayor valor terapéutico, facilitando la optimización de protocolos y su adaptación a diferentes perfiles de dificultades y contextos socioculturales, aspectos pendientes que representan líneas prometedoras para la investigación neuropsicológica aplicada a dificultades específicas de aprendizaje.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Adrián-Hernández, J. (2024). Los círculos socráticos para la promoción de la lectura en el aula ILE. *Ñemitÿrã*, 6(1), 115-129.

<https://revistascientificas.una.py/index.php/nemityra/article/view/4361>

Bermúdez-Margaretto, B., Beltrán, D., Cuetos, F., & Domínguez, A. (2020). Brain signatures of new (pseudo-) words: Visual repetition in novel word learning. *Neuropsychologia*, 138, 107259.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107259>

Cohen, L., Lehericy, S., Henry, C., Bourgeois, M., Larroque, C., Sainte-Rose, C., Dehaene, S., & Hertz-Pannier, L. (2018). Learning to read without a left occipital lobe: Right-hemispheric shift of visual word form area. *Annals of Neurology*, 56(6), 890-894. <https://doi.org/10.1002/ana.20326>

Cuadro, A., Ramírez, V., & Falero, B. (2020). Neuropsychological intervention program for specific learning disabilities: Effects on reading and spelling. *The Spanish Journal of Psychology*, 23, e36. <https://doi.org/10.1017/SJP.2020.39>

Cuetos, F., Rodríguez, B., Ruano, E., & Arribas, D. (2014). PROLEC-R. Bateria de Evaluación de los Procesos Lectores, Revisada (5ª ed.). TEA Ediciones.



- Dehaene, S. (2009). *Reading in the brain: The new science of how we read*. Penguin.
- Drigas, A., Mitsea, E., & Skianis, C. (2022). Metamemory: Metacognitive strategies for improved memory operations and the role of VR and mobiles. *Behavioral Sciences*, 12(11), 450.  
<https://www.mdpi.com/2076-328X/12/11/450>
- Eberhard-Moscicka, A. K., Jost, L. B., Fehlbaum, L. V., & Maurer, U. (2023). Temporal dynamics of visual word recognition in children with and without dyslexia: An ERP study with reading-level match design. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 59, 101163.  
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101163>
- Faith, L., Hohnen, B., Bagnall, V., & Moore-Shelley, I. (2020). Using an executive function–focused approach to build self-regulation, metacognition and motivation in all learners. In *The BrainCanDo Handbook of Teaching and Learning* (pp. 133-160). David Fulton Publishers. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429197741-7/using-executive-function%E2%80%93focused-approach-build-self-regulation-metacognition-motivation-learners-laurie-faith-bettina-hohnen-victoria-bagnall-imogen-moore-shelley>
- García-Madruga, J. A., Elosúa, M. R., Gil, L., Gómez-Veiga, I., Vila, J. Ó., Orjales, I., Contreras, A., Rodríguez, R., Melero, M. Á., & Duque, G. (2016). Reading comprehension and working memory's executive processes: An intervention study in primary school students. *Reading Research Quarterly*, 51(3), 340-356. <https://doi.org/10.1002/rrq.142>
- Henry, L. A., & Solari, E. J. (2020). Targeting oral language and listening comprehension development for students with reading difficulties: A review of the literature. *Reading Psychology*, 41(7), 643-683. <https://doi.org/10.1080/02702711.2020.1768984>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hoover, W. A., & Tunmer, W. E. (2020). *The cognitive foundations of reading and its acquisition*. Berlin, Germany: Springer International Publishing.
- Ijalba, E., Bustos, A., & Romero, S. (2020). Phonological–orthographic deficits in developmental dyslexia in three Spanish–English bilingual students. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 29(3), 1133-1151. [https://pubs.asha.org/doi/abs/10.1044/2020\\_AJSLP-19-00175](https://pubs.asha.org/doi/abs/10.1044/2020_AJSLP-19-00175)



- Jiménez, J. E., & Ortiz, M. R. (2017). Conciencia fonológica y aprendizaje de la lectura: Teoría, evaluación e intervención. Síntesis.
- Lasprilla, J. C. A., Wilson, B. A., & Landa, L. O. (2020). Principios de rehabilitación neuropsicológica. Editorial El Manual Moderno.
- Lee, I. T., Huang, C. C., Hsu, P. C., Lin, C. P., & Tsai, P. Y. (2022). Resting-state network changes following transcranial magnetic stimulation in patients with aphasia—a randomized controlled study. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 25(4), 528-537.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1094715921061791>
- Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Ostrosky, F. (2013). Evaluación Neuropsicológica Infantil-2. Manual Moderno.
- McTigue, E. M., Schwippert, K., Uppstad, P. H., Lundetræ, K., & Solheim, O. J. (2020). Emergent literacy skills and their predictive contributions to first grade reading outcomes: A longitudinal study of Scandinavian children. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64(7), 982-999.  
<https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1659399>
- Moreau, D., & Macnamara, B. N. (2022). The plasticity of reading networks: Insights from cognitive neuroscience for educational practice. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1271-1305.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-021-09647-0>
- Ozernov-Palchik, O., Centanni, T. M., Beach, S. D., May, S., Hogan, T., & Gabrieli, J. D. E. (2019). Distinct neural substrates of individual differences in components of reading comprehension in adults with or without dyslexia. *NeuroImage*, 189, 697-708.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.01.075>
- Peters, J. L., De Losa, L., Bavin, E. L., & Crewther, S. G. (2021). Efficacy of dynamic visuo-attentional interventions for reading in dyslexic and neurotypical children: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 120, 83-103.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.016>
- Pradeep, K., Sular Anbalagan, R., Thangavelu, A. P., Aswathy, S., Jisha, V. G., & Vaisakhi, V. S. (2024). Neuroeducation: understanding neural dynamics in learning and teaching. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1437418). Frontiers Media SA.



<https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2024.1437418/full>

Purcell, J. J., Turkeltaub, P. E., Eden, G. F., & Rapp, B. (2011). Examining the central and peripheral processes of written word production through meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 2, 239.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00239>

Quintanar, L., & Solovieva, Y. (2016). Evaluación e intervención neuropsicológica en casos de problemas de aprendizaje. Universidad Autónoma de Puebla.

Reynolds, C. R., & Kamphaus, R. W. (2015). Sistema de Evaluación de la Conducta de Niños y Adolescentes-3 (BASC-3). Pearson.

Reynolds, C. R., & Voress, J. K. (2021). Test de Memoria y Aprendizaje: Segunda edición TOMAL-2. (L. A. Brassard, Trad.). PAR. (Trabajo original publicado en 2007).

Sesma, H. W., Mahone, E. M., Levine, T., Eason, S. H., & Cutting, L. E. (2009). The contribution of executive skills to reading comprehension. *Child Neuropsychology*, 15(3), 232-246.

<https://doi.org/10.1080/09297040802220029>

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Blachman, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., Mencl, W. E., Constable, R. T., Holahan, J. M., Marchione, K. E., Fletcher, J. M., Lyon, G. R., & Gore, J. C. (2004). Development of left occipitotemporal systems for skilled reading in children after a phonologically-based intervention. *Biological Psychiatry*, 55(9), 926-933.

<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2003.12.019>

Snowling, M. J., Hulme, C., & Nation, K. (2020). Defining and understanding dyslexia: past, present and future. *Oxford Review of Education*, 46(4), 501-513.

<https://doi.org/10.1080/03054985.2020.1765756>

Suárez-Coalla, P., Álvarez-Cañizo, M., & Cuetos, F. (2018). Orthographic learning in Spanish children: Influence of previous semantic and phonological knowledge. *Journal of Research in Reading*, 41(4), 697-713. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12246>

Tamboer, P., Vorst, H. C., & Oort, F. J. (2021). Neuropsychological assessment of dyslexia: Changing paradigms, evolving evidence. *Journal of Neural Transmission*, 128(8), 1229-1243.

<https://doi.org/10.1007/s00702-021-02312-4>



- Tirapu-Ustárroz, J., & Luna-Lario, P. (2022). Neuropsicología aplicada: Nuevas perspectivas en evaluación e intervención. Médica Panamericana.
- Toro, J., Cervera, M., & Urío, C. (2002). TALE-2000: Escalas Magallanes de Lectura y Escritura. Grupo ALBOR-COHS.
- Torppa, M., Vasalampi, K., Eklund, K., Sulkunen, S., & Niemi, P. (2019). Reading development of Finnish children with and without familial risk for dyslexia: A longitudinal perspective from kindergarten to grade 9. *Journal of Experimental Child Psychology*, 186, 57-76.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.05.006>
- Vandermosten, M., Boets, B., Wouters, J., & Ghesquière, P. (2012). A qualitative and quantitative review of diffusion tensor imaging studies in reading and dyslexia. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(6), 1532-1552. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.04.002>
- Varela, V., & De Barbieri, Z. (2015). PECFO: Prueba de Evaluación de Conciencia Fonológica. Ediciones UC.
- Wechsler, D. (2015). Escala Wechsler de Inteligencia para Niños-V (WISC-V). Pearson Clinical & Talent Assessment.
- Yáñez-Téllez, G., Romero-Romero, H., Rivera-García, L., Prieto-Corona, B., Bernal-Hernández, J., Marosi-Holczberger, E., Guerrero-Juárez, V., Rodríguez-Camacho, M., & Silva-Pereyra, J. F. (2018). Funciones cognoscitivas y ejecutivas en niños con dificultades en la lectura. *Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*, 45(4), 129-134.  
<https://research.ebsco.com/c/kq5inm/search/details/wumxlsvxbn?db=asx>

