Jiménez, J.E., de León, S.C., Hernández-Cabrera, J. & García, E. (2025). Un análisis de panel con rezagos cruzados de lectura, escritura y matemáticas en alumnos de primer grado de primaria. *Revista de Investigación Educativa, 43.* DOI: https://doi.org/10.6018/rie.600161

Traducido con DeepL

Estudio longitudinal de panel sobre las relaciones entre lectura, escritura y matemáticas en estudiantes de primer grado de primaria

A Cross-Lagged Panel Analysis of Reading, Writing, and Math in First-Grade Elementary Students

Juan E. Jiménez[1] *, Sara C. de León*, Juan Hernández-Cabrera* y Eduardo García*.

*Instituto Universitario de Neurociencia (IUNE), Universidad de La Laguna (España)

Resumen

Este estudio longitudinal de panel con análisis cruzado, utilizando un enfoque basado en datos, investigó las relaciones entre la lectura, escritura y matemáticas durante el proceso de aprendizaje del alumnado de primer grado de primaria. Para ello se seleccionó una muestra de 392 estudiantes de primer grado y se llevó a cabo una evaluación en tres momentos diferentes: al inicio, a la mitad y al final del año escolar. Los resultados mostraron una fuerte estabilidad de las medidas de lectura, escritura y matemáticas a lo largo de los tres momentos de evaluación. Se analizaron efectos concurrentes y temporales, revelando influencias bidireccionales y resaltando el papel impactante de la lectura. La estabilidad del modelo fue evaluada mediante remuestreo, demostrando consistencia en un alto porcentaje de comparaciones configurales frente a restringidas, junto con un RMSEA inferior a 0.7. Se analizan las implicaciones educativas de estos hallazgos, destacando su relevancia para mejorar los procesos de aprendizaje en lectura, escritura y matemáticas, especialmente en relación con las interacciones entre estos tres dominios.

Palabras-clave: diseño longitudinal de panel, lectura, escritura, matemáticas.

[1] **Correspondencia:** Juan E. Jiménez. ejimenez@ull.edu.es. Instituto Universitario de Neurociencia (IUNE). Universidad de La Laguna. Campus de Guajara, 38200, La Laguna, Tenerife. Islas Canarias.

Abstract

This longitudinal cross-lagged panel study, employing a data-driven approach, investigated the intricate relationships among reading, writing, and math during the learning process of first-grade elementary students. A sample of 392 first-grade students was selected, and assessments were conducted at three different time points: the beginning, middle, and end of the school year. The results revealed strong stability in the measures of reading, writing, and math across the three assessment points. Concurrent and temporal effects were analyzed, revealing bidirectional influences and underscoring the impactful role of reading. Model stability was assessed through resampling, which demonstrated consistency in a high percentage of configural vs. restricted comparisons, along with an RMSEA of less than 0.7. The educational implications of these findings are explored, emphasizing their relevance for enhancing learning processes in reading, writing, and math, particularly as concerns the interactions among these three domains.

Keywords: cross-lagged longitudinal panel, reading, writing, math

Introducción

Uno de los principales retos a los que se enfrentan las escuelas es garantizar que los alumnos adquieran las destrezas esenciales para la adquisición de conocimientos, incluido el dominio de la lectura, la escritura y el cálculo. El fracaso en la consecución de estas destrezas fundacionales durante los años de educación primaria plantea retos que afectan negativamente al rendimiento académico (Robinson, 2004). El dominio de la lectoescritura y las matemáticas a lo largo de las etapas de desarrollo no sólo predice en gran medida el rendimiento individual en cada ámbito, sino que también revela relaciones predictivas mutuamente influyentes (Duncan et al., 2007; Hooper et al., 2010). Décadas de investigación afirman la fiabilidad y validez de la Medición Basada en el Currículo (MBC), una medida breve y estandarizada que evalúa el rendimiento del alumno dentro del entorno natural. Es flexible y adaptable al currículo local (Codding et al., 2015). El desarrollo de indicadores de competencias básicas tempranas en lectura [Indicadores de Progreso de Aprendizaje en Lectura, IPAL] (Jiménez & Gutiérrez, 2019), indicadores de competencias básicas tempranas en escritura [Indicadores de Progreso de Aprendizaje en Escritura, IPAE] (Jiménez & Gil, 2019), e indicadores de Progreso de Aprendizaje en Matemáticas [Indicadores de Progreso de Aprendizaje en Matemáticas, IPAM] (Jiménez & de León, 2019) tenían como objetivo proporcionar evaluaciones concisas y fáciles de administrar para evaluar las competencias tempranas esenciales en lectura, escritura y aritmética entre los estudiantes de primer grado en lengua española.

Indicadores de competencias básicas en lectura temprana

El proceso de aprender a leer no es sencillo, dada la multitud de componentes que intervienen en el desarrollo de la competencia lectora. Para facilitar la instrucción y la evaluación de los componentes más críticos en la enseñanza de la lectura, el Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano (NICHD) convocó a un grupo de expertos en lectura conocido como el "Panel Nacional de Lectura" (NRP). Su objetivo era realizar una revisión sistemática de la literatura científica existente (NRP, 2000). En 2000, el NRP concluyó su trabajo elaborando un informe que definía los cinco componentes esenciales del aprendizaje de la lectura. Estos componentes se reconocen ahora como las "Cinco

grandes ideas": vocabulario, conciencia fonémica, conocimiento del alfabeto, fluidez y comprensión. Aunque este informe se basaba en investigaciones en inglés, estudios en español han demostrado que estos componentes también son cruciales para la adquisición de la lectura en una lengua transparente como el español, caracterizada por una ortografía consistente y unos límites silábicos bien definidos (Jiménez et al., 2010).

Indicadores de destrezas básicas de escritura temprana

Los modelos teóricos de la escritura, como la Visión Simple de la Escritura (Juel, 1988; Juel et al., 1986) y la Visión No Tan Simple de la Escritura (Berninger & Winn, 2006), destacan el papel de las habilidades de transcripción (es decir, la escritura a mano o a máquina y la ortografía) en el desarrollo temprano de la producción de textos escritos. La transcripción es un proceso cognitivo fundamental en la escritura que permite al escritor traducir el lenguaje interno en símbolos escritos externos para expresar ideas a través del lenguaje escrito (utilizando lápiz, bolígrafo o teclado) (Berninger et al., 2002). Las destrezas de transcripción pueden ser especialmente cruciales para iniciar y desarrollar la escritura en los años de primaria. Por lo tanto, la visión simple del modelo de escritura predice que si los niños son lentos o imprecisos en la transcripción (por ejemplo, escritura a mano lenta o mecanografía y ortografía deficientes), la calidad de sus composiciones escritas será baja, ya que todos sus recursos cognitivos de atención y memoria se destinan al acto de transcribir y convertir fonemas en grafemas. Numerosos estudios han examinado la relación entre las habilidades de transcripción (por ejemplo, caligrafía y ortografía) y la composición escrita (por ejemplo, calidad o fluidez de la composición) (para una revisión, véase Graham et al., 1997). Se ha demostrado que la capacidad de transcripción predice la fluidez de la escritura y la calidad de la composición en escritores jóvenes (Abbott et al., 2010; Jiménez & Hernández-Cabrera, 2019; Berninger et al., 2009; Graham et al., 1997; Juel, 1988; Juel et al., 1986). Una interpretación plausible es que, normalmente, mejorar la fluidez o la precisión de los escritores en las habilidades de transcripción les permite disponer de más recursos cognitivos que pueden ser utilizados en la construcción del discurso.

Indicadores de competencias matemáticas básicas tempranas

En el contexto del aprendizaje de las matemáticas, en la última década se ha hecho especial hincapié en comprender el impacto del sentido numérico temprano en el rendimiento matemático posterior. Es esencial señalar que el constructo de matemáticas tempranas es mucho más amplio que el mero sentido numérico (Missall et al., 2012). La evidencia empírica de numerosos estudios destaca el papel fundamental del sentido numérico en el aprendizaje de las matemáticas (Geary, 2013; Kolkman et al., 2013). El sentido numérico, término originalmente denominado así en inglés, se refiere a la capacidad de representar y manipular cantidades numéricas y está determinado biológicamente (Dehaene, 1997). Sin embargo, la definición del sentido numérico ha suscitado diversos debates en la comunidad científica. El National Mathematics Advisory Panel (NMAP, 2008) define el sentido numérico como un constructo en evolución, distinguiendo entre un sentido numérico adquirido informalmente y el que se adquiere formalmente. El primero se refiere a la capacidad de identificar inmediatamente el valor numérico asociado a pequeñas cantidades, desarrollar habilidades básicas para contar, calcular aproximadamente la magnitud de pequeños conjuntos de objetos y resolver operaciones numéricas sencillas. Una concepción más avanzada del sentido numérico es la

que los niños adquieren a través de la instrucción formal, que requiere la comprensión del valor posicional, cómo pueden componerse y descomponerse todos los números y el significado de las operaciones aritméticas básicas de suma, resta, multiplicación y división. Varios autores apoyan esta subdivisión del sentido numérico, refiriéndose a un sentido numérico anterior que los niños suelen adquirir informalmente (Ivrendi, 2011; Jordan & Levine, 2009) antes de entrar en el sistema educativo, sirviendo como prerrequisito crucial para el posterior rendimiento en matemáticas (Gersten & Chard, 1999). El Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas, en el Curriculum and Evaluation of Standards for School Mathematics (NCTM, 1989), identificó cinco componentes que definen el sentido numérico: "el significado de los números, las conexiones entre números, la magnitud de los números, las acciones realizadas con números y los contextos que dan significado a los números y a las cantidades" (pp. 39-40). Partiendo de las consideraciones anteriores y reconociendo la naturaleza expansiva del concepto de sentido numérico, este estudio pretende operacionalizar este concepto examinando las siguientes habilidades (1) magnitudes numéricas, (2) operaciones numéricas, (3) valor posicional, (4) conteo y (5) la recta numérica. Estas habilidades han sido previamente identificadas como pertinentes al sentido numérico en estudios antecedentes (Jiménez & de León, 2017; de León et al., 2021).

El estudio actual

En no se comprenden bien las trayectorias de desarrollo de las relaciones entre la lectura, la escritura y las matemáticas a lo largo del tiempo. Los análisis longitudinales tradicionales han tendido a centrarse en la investigación de cada dominio de forma independiente, perdiendo la oportunidad de examinar simultáneamente las interrelaciones cruciales entre estas tres áreas a medida que evolucionan con el tiempo (Peralta et al., 2023). Se postula que la relación entre la lectura y la escritura es recíproca (Shanahan, 1984; Shanahan y Lomax, 1986). En otras palabras, la lectura influye en la escritura y viceversa. Esta perspectiva recíproca se basa en el entendimiento de que, aunque la lectura y la escritura son procesos distintos, están interrelacionados debido a que comparten conocimientos y destrezas comunes (Fitzgerald y Shanahan, 2000). En consecuencia, los conocimientos y destrezas adquiridos en una modalidad pueden ser transferibles a la otra, ya que constituyen los elementos fundacionales de los procesos tanto de lectura como de escritura. El apoyo a la visión bidireccional de la Conexión Lectura-Escritura (R<>W) se basa en gran medida en pruebas correlacionales y de panel cruzado, como señala Shanahan (2016). El análisis de trayectorias (Shanahan & Lomax, 1986) reveló que un modelo bidireccional de la Conexión Lectura-Escritura (R<>C) se ajustaba mejor a los datos de los alumnos de segundo y quinto curso. Del mismo modo, el modelo que sugería una influencia de la lectura a la escritura (L-E) superaba al que proponía una influencia de la escritura a la lectura (L-E). Recientemente, Jouhar y Rupley (2021) realizaron una revisión sistemática en la que aportaron pruebas que apoyan la visión bidireccional de R<>W. Como sugieren Pinto et al. (2015), la mayoría de los estudios centrados en la lectura y la ortografía se han centrado predominantemente en la lengua inglesa, arrojando resultados que divergen notablemente de los observados en otras lenguas, particularmente en contextos ortográficamente transparentes. En particular, surgen disparidades en la evaluación de la lectura, como la precisión frente a la fluidez, y en las trayectorias de desarrollo de la lectura y la ortografía. Estas variaciones subrayan dos distinciones principales entre el inglés y las lenguas ortográficamente transparentes, que revisten especial importancia en el análisis de la relación entre la lectura y la ortografía. Sin embargo, en una réplica del estudio de Shanahan realizada por Jiménez et al. (2020) en una

lengua con una ortografía transparente, como el español, es evidente que el modelo R<>W se ajusta mejor a los datos que los modelos R-W y W-R entre los tres modelos. Estos resultados son muy similares a los observados en el contexto inglés. Aunque el estudio indica una conexión entre la lectura y la escritura, una limitación notable es que los autores no pudieron extraer conclusiones sobre la naturaleza evolutiva de estas relaciones. El diseño transversal dificulta nuestra capacidad para explorar las trayectorias de crecimiento y las conexiones de desarrollo entre la lectura y la escritura. En consecuencia, se necesita investigación longitudinal para dilucidar cómo las trayectorias de crecimiento en lectura y escritura se interrelacionan a lo largo del tiempo.

Además, existe una asociación longitudinal entre las competencias tempranas en lectoescritura y las competencias tempranas en aritmética, y los niños que se enfrentan a dificultades en un dominio tienen muchas más probabilidades de encontrar dificultades en el otro dominio (Purpura et al., 2011). En el análisis de los datos del Estudio Longitudinal de la Primera Infancia representativo a nivel nacional - Clase de Kindergarten de 2010-11 (Tourangeau et al., 2015), se identificaron correlaciones de de .73, .73 y .72 para el rendimiento en lectura y matemáticas de los niños en K, 1, 2 y 3 grado, respectivamente. Korpipää et al. (2017) evaluaron las habilidades de lectura y aritmética de 1.335 niños finlandeses al final del primer grado y demostraron que la alfabetización y la aritmética exhiben covariación.

Hasta donde sabemos, faltan estudios en lengua española que hayan examinado las relaciones entre los tres dominios académicos primarios del currículo, a saber, la lectura, la escritura y las matemáticas, y sus trayectorias de desarrollo en alumnos que inician estos procesos de aprendizaje. Si bien nuestro estudio investigó la fluidez tanto en la lectura como en la escritura, en lugar de explorarla a través de las fases de desarrollo, la examinamos a lo largo del primer año de educación primaria. Por lo tanto, el presente estudio se diseñó para responder a las siguientes preguntas: ¿Existe una relación entre la lectura, la escritura y las matemáticas en niños de primer curso de primaria y, en caso afirmativo, el patrón de asociación entre estas tres habilidades básicas es bidireccional a lo largo del tiempo?

Método

Participantes

En este estudio participó una muestra de 392 alumnos de primer grado (185 niños y 207 niñas; edad M = 80,0 meses; DE = 5,22). Los participantes procedían de 20 escuelas estatales y 7 privadas situadas en Panamá. Se aplicaron los criterios de exclusión y no se incluyeron en el estudio niños con necesidades educativas especiales, incluidos aquellos con problemas sensoriales, neurológicos adquiridos u otros criterios de exclusión tradicionalmente utilizados para los problemas de aprendizaje.

Instrumentos

Medidas basadas en el plan de estudios

Las CBM utilizadas en este estudio incluyen tres formas alternativas equivalentes (A, B y C), que se administran al principio, a mediados y al final del curso escolar.

Indicadores de Competencias Básicas en Lectura Temprana (IPAL) (Jiménez & Gutiérrez, 2019). El IPAL se administra de forma individual y se compone de las siguientes tareas:

- ***Fluidez en el nombramiento de letras*** (LNF): Identificar el mayor número posible de letras mayúsculas y minúsculas en un minuto. La puntuación bruta fue el número de letras nombradas correctamente (ICC = .99, p < .001).

- ***Fluidez en el sonido de las letras*** (LSF): Identificar la correspondencia letra-sonido en un minuto (es decir, fonética). La puntuación bruta fue el número de sonidos de letras identificados correctamente (ICC = .99, p < .001).

- ***Fluidez en el sonido de las letras*** *(LSF).* Esta tarea se presenta en la misma hoja que la anterior, pero los alumnos tienen que identificar la correspondencia letra-sonido lo más rápidamente posible en un minuto. La puntuación bruta fue el número de sonidos de letras identificados correctamente en el minuto (ICC = .99, *p* < .001).

- ***Conciencia fonémica*** (PA): Segmentar palabras sin sentido en fonemas en un minuto. La puntuación bruta fue el número de fonemas identificados correctamente (ICCr = 0,99, p < 0,001).

- ***Conceptos sobre la letra impresa*** (CP): Responder a seis preguntas que evalúan el conocimiento básico de los libros impresos (es decir, la orientación del libro, la direccionalidad, la conciencia de que la historia se desarrolla en lo escrito, el conocimiento de términos relacionados con la lectura, la puntuación y los signos de exclamación). Para la tarea no cronometrada, la puntuación bruta fue el número de preguntas contestadas correctamente (ICC = .98, p < .001).

- ***Fluidez en palabras sin sentido*** (NWF): Leer tantas palabras sin sentido como sea posible en un minuto. La puntuación bruta fue el número de palabras sin sentido leídas correctamente (ICC = .98, p < .001).

- ***Frases*** laberínticas (MS): Identificar la palabra objetivo correcta en 20 frases laberínticas con alternativas de opción múltiple en 5 minutos. La puntuación bruta fue el número de objetivos identificados correctamente (ICC = .99, p < .001).

- ***Fluidez en la lectura oral*** (ORF): Leer en voz alta un texto breve con velocidad y precisión. La puntuación bruta fue el número de objetivos identificados correctamente en un minuto (ICC = .96, p < .001).

En un estudio reciente, se analizó la validez de constructo y la invarianza factorial longitudinal del IPAL en alumnos de primer curso de primaria. El estudio demostró que la estructura subyacente del IPAL está dilucidada por indicadores observables, incluyendo el conocimiento alfabético, la conciencia fonológica, la fluidez oral, la comprensión, la conciencia de la letra impresa y la lectura de pseudopalabras. La investigación mostró que esta estructura factorial unidimensional se mantuvo consistente a través de las tres formas paralelas administradas al inicio, a mediados y al final del año escolar, indicando equivalencia de medición a lo largo del tiempo (Gutiérrez, 2019; Gutiérrez et al., 2021). Además, Gutiérrez et al. (2021) analizaron el crecimiento del aprendizaje de los estudiantes utilizando modelos lineales jerárquicos. Los resultados indicaron que la mayoría de las MFC demostraron una adecuada confiabilidad y validez a lo largo del primer grado,

capturando efectivamente el crecimiento de los estudiantes. Más recientemente, en un estudio con estudiantes colombianos del mismo grado, Villadiego et al. (2024) informaron que la variable latente de lectura también se explicaba por los mismos indicadores observables en los tres momentos del año escolar.

Indicadores de habilidades básicas de escritura temprana (IPAE) (Jiménez y Gil, 2019). El IPAE se administra en grupo y se compone de las siguientes tareas:

- ***Allographs*** (A): Los alumnos escriben letras mayúsculas en minúsculas en un minuto. La puntuación bruta fue el recuento de letras escritas correctamente (ICC = .98, $p < .001$).

- ***Palabras dictadas con ortografía arbitraria*** (DWAS): Los alumnos escriben 17 palabras conocidas con grafías arbitrarias dictadas por el examinador (b/v, ej., boca/velero [boca/Sailboat]; h, ej., hora [hour]); j/g, ej., jirafa/gitana; ll, por ejemplo, llave; qu/c, por ejemplo, pequeña/camisa; y z/c, por ejemplo, zapato/cine. La puntuación bruta era el recuento de palabras escritas correctamente (α de Cronbach = .78 - .83; ICC= .86, $p < .001$).

- ***Palabras dictadas con reglas ortográficas*** (DWRBS): Los alumnos escriben 20 palabras dictadas por el examinador siguiendo reglas ortográficas específicas. Los criterios ortográficos utilizados fueron *"m"* antes de *p* y *b* (por ejemplo, Tambor [tambor]) y *"br"* y *"bl"* con *b* (*por ejemplo,* Blusa [blusa]). La puntuación bruta fue el recuento de palabras escritas correctamente siguiendo las reglas (Cronbach's α = .83 - .91; ICC= .93, $p < .001$).

- ***Palabras sin sentido dictadas*** (DNW): Los alumnos escriben 20 palabras sin sentido dictadas por el examinador. La puntuación bruta fue el recuento de palabras con representación gráfica correcta de los sonidos (Cronbach's α = .89 - .92; ICC= .94, $p < .001$).

- ***Frases dictadas*** (DS): Los alumnos escriben una frase dictada por el examinador que contiene palabras con ortografía arbitraria y basada en reglas. La puntuación bruta fue el recuento de palabras escritas correctamente (ICC= .97, $p < .001$).

Un estudio realizado por Jiménez y García (2023) demostró que, dentro del IPAE, un factor latente relacionado con la capacidad de transcripción (es decir, fluidez en la escritura y ortografía) subyace a cada uno de los indicadores observables (es decir, alógrafos, dictado de palabras con ortografía arbitraria, dictado de palabras con ortografía basada en reglas, dictado de pseudopalabras y dictado de oraciones) en cada punto de medición (es decir, al principio, a mediados y al final del curso escolar). Además, se demostró la invarianza factorial longitudinal de las tres medidas IPAE en muestras de alumnos de primer curso de ***primaria***.

Indicadores de Habilidades Matemáticas Básicas Tempranas (IPAM) (Jiménez & de León, 2019). El IPAM es una medida administrada en grupo compuesta por cinco tareas de 2 minutos de duración cada una, y la puntuación bruta de todas las tareas es el número de respuestas correctas:

- ***Discriminación de cantidades*** (QD): Los alumnos comparan 64 pares de números (1-99) y rodean el mayor para obtener una puntuación bruta (por ejemplo, 34-15).

- ***Cálculo de un solo dígito*** (SC): Con 45 problemas mixtos de suma y resta (1-9) (por ejemplo, 3 + 1), los alumnos resuelven el mayor número posible de problemas en el tiempo asignado.

- ***Cálculo multidígito*** (SC): Este método es similar al SC pero con números que van del 1 al 99 (por ejemplo, 28 + 12).

- ***Número que falta*** (MN): Los alumnos identifican el número que falta en 45 series y lo escriben en el espacio en blanco (por ejemplo, 4, __, 6).

- ***Valor posicional*** (VP): Involucra 45 figuras basadas en la estructura de bloques de base-10 (1-99), requiriendo que los estudiantes identifiquen y escriban el número correcto.

Estudios previos, realizados por de León et al. (2021) y de León et al. (2022), han validado el IPAM en un contexto local de habla hispana, específicamente entre estudiantes de 1º y 2º grado de primaria. En ambos estudios se reafirmó el factor latente de sentido numérico, dilucidado por los indicadores de discriminación cuantitativa, cálculo de un dígito, cálculo de varios dígitos, número faltante y valor posicional. En el estudio de de León et al. (2022), se exploró y confirmó la invarianza longitudinal de la medición, demostrando que el modelo de medición se mantuvo estable en los tres momentos de medición, es decir, al principio, a mediados y al final del curso escolar.

Procedimiento

La implementación de este estudio empírico implicó la aprobación del Programa de Mejoramiento de la Eficiencia y Calidad en el Sector Educativo PN-L1143; 4357/OC-PN, desarrollado por el Ministerio de Educación de Panamá, el cual incluye dentro de sus líneas estratégicas "Apoyo Técnico para la formación de facilitadores y revisión de recursos educativos. Contratación de Productos y Servicios Externos (PEC)". Su propósito general es ofrecer capacitación especializada que facilite la detección, identificación e intervención temprana de estudiantes que puedan estar en riesgo de presentar problemas de aprendizaje (DA) en lectura, escritura y/o matemáticas. En primer lugar, se realizó una revisión y adaptación a la modalidad en español panameño del IPAL, IPAE e IPAM por parte de un comité técnico del Ministerio de Educación de Panamá (MEDUCA), supervisado por el grupo de investigación *Dificultades de Aprendizaje, Psicolingüística y Nuevas Tecnologías* (DEAP&NT) de la Universidad de La Laguna. Un total de 20 supervisores de MEDUCA recibieron formación para la administración de las pruebas universales de detección. Se celebraron dos talleres de formación presenciales, de una semana de duración, antes de administrar las pruebas al principio, a mediados y al final del curso escolar.

Análisis de datos

En este estudio, se adoptó un enfoque basado en los datos, empleando un diseño de análisis de panel de retardo cruzado (CLPA) que integra el modelado de ecuaciones estructurales (SEM) para investigar la interacción dinámica entre las habilidades de lectura,

escritura y matemáticas. El análisis de panel retrospectivo es un enfoque estadístico diseñado para dilucidar relaciones bidireccionales o impactos direccionales entre variables a lo largo de diferentes momentos. Los modelos de panel con retardo cruzado (CLPM), también conocidos como modelos de trayectoria con retardo cruzado y modelos de regresión con retardo cruzado, se construyen a partir de datos de panel. Este tipo de datos consiste en observaciones longitudinales, capturando a cada individuo o punto de datos en múltiples instancias a lo largo del tiempo (Kearney, 2017). Las medidas de estos dominios académicos se recogieron en tres momentos distintos durante el año escolar: al principio, a mediados y al final. Para garantizar la solidez en la estimación de las relaciones entre las variables, el análisis estadístico se basó en la matriz de varianza-covarianza. Aunque la matriz de correlaciones se calculó utilizando el coeficiente de Pearson, el análisis subyacente empleó la matriz de varianza-covarianza. Esta matriz de varianza-covarianza es crucial para evaluar con precisión la fuerza y la dirección de las relaciones entre las variables, y se presenta en la tabla descriptiva junto con las desviaciones estándar de cada variable. El enfoque CLPA nos permitió explorar las relaciones direccionales y las influencias recíprocas entre la lectura, la escritura y las matemáticas a lo largo del tiempo. El SEM facilitó el examen de las variables latentes que representan estas habilidades académicas, ofreciendo una comprensión global de sus interacciones dinámicas a lo largo del curso académico. En concreto, evaluamos los efectos cruzados de la lectura, la escritura y las matemáticas en cada momento, arrojando luz sobre las asociaciones temporales y los posibles patrones predictivos. Para medir la bondad del ajuste, empleamos índices de ajuste como el índice de ajuste comparativo (CFI), el índice de Tucker-Lewis (TLI) y el error cuadrático medio de aproximación (RMSEA). Los datos ausentes se trataron mediante el método de máxima verosimilitud con información completa, garantizando que los datos disponibles contribuyeran a una estimación precisa de los parámetros. La realización de pruebas rigurosas infundió confianza en la validez de las relaciones estructurales propuestas y en su interpretación.

Nuestra exhaustiva estrategia de análisis de datos, complementada con evaluaciones de estabilidad y procedimientos de bootstrapping, nos permitió descubrir y validar relaciones dinámicas entre las destrezas de lectura, escritura y matemáticas en este estudio longitudinal de panel. Para evaluar la estabilidad del modelo, se aplicó un procedimiento de bootstrapping, dividiendo iterativamente una muestra aleatoria de 150 participantes en dos grupos artificiales. Se crearon modelos configuracionales y restringidos y se compararon 200 veces, lo que dio como resultado una proporción no significativa del 90% para las comparaciones configuracionales frente a las restringidas.

Resultados

Esta sección presenta un análisis detallado de los resultados del estudio, explorando las relaciones entre las variables latentes de las capacidades de lectura, escritura y matemáticas. El diseño de panel longitudinal siguió a 392 alumnos de primer curso en tres momentos: al principio, a mediados y al final del curso escolar. Nos centramos en la estabilidad de estas habilidades a lo largo del tiempo y en sus influencias mutuas. Mediante coeficientes, evaluamos la fuerza y la dirección de estas relaciones, revelando cómo se desarrollan e interactúan estas capacidades académicas fundamentales en la educación primaria temprana.

La Tabla 1 muestra estadísticas descriptivas y correlaciones para todas las medidas de rendimiento en lectura, escritura y matemáticas.

Tabla 1

Medias, desviaciones típicas y correlaciones

Variable	*M*	*SD*	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Inicio de la lectura	20.07	13.84								
2. Lectura de mitad de año	28.03	16.28	.70**							
3. Lectura de fin de año	44.35	21.58	.54**	.76**						
4. Matemáticas Principiantes	13.56	10.12	.56**	.51**	.40**					
5. Matemáticas a mitad de curso	21.10	10.33	.52**	.58**	.55**	.72**				
6. Fin de curso de Matemáticas	29.21	14.43	.51**	.54**	.58**	.58**	.69**			
7. Inicio de la escritura	7.87	15.67	.33**	.38**	.40**	.11	.18**	.31**		
8. Escritura a mitad de año	20.42	22.26	.50**	.64**	.61**	.33**	.42**	.49**	.70**	
9. Redacción de fin de año	35.15	25.14	.50**	.67**	.72**	.35**	.44**	.52**	.59**	.72**

Nota: M y DE representan la media y la desviación típica, respectivamente. * indica $p < 0,05$. ** indica $p < 0,01$.

Los índices de bondad de ajuste para el estudio de diseño de panel longitudinal revelaron un modelo bien ajustado, como indica el estadístico chi-cuadrado escalado (χ^2 = 26,996, df = 15, p <0,05). Los índices escalados, incluidos el índice de ajuste normalizado (NFI = 0,987), el índice de ajuste no normalizado (NNFI = 0,980), el índice de ajuste comparativo (CFI = 0,991) y el índice de Tucker-Lewis (TLI = 0,980), superaron el umbral recomendado de 0,95, lo que sugiere un ajuste sólido. El error cuadrático medio de aproximación (RMSEA) arrojó un valor bajo de 0,058, con un intervalo de confianza que oscila entre 0,019 y 0,093. En conjunto, estos resultados confirman la bondad general del ajuste y la fiabilidad del modelo de panel longitudinal.

El cuadro 2 presenta las ponderaciones beta estandarizadas para las trayectorias autorregresivas y de retardo cruzado, junto con las correlaciones entre los indicadores iniciales y los residuos de mitad y final de año en el modelo de primer grado. El gráfico 1 muestra las trayectorias de retardo cruzado estadísticamente significativas para cada curso.

Tabla 2

Resultados de los análisis de panel con retardo cruzado para el primer grado

Tipo de parámetro	Coeficiente (n =392)			β	SE
Autorregresivo, β	Inicio de la escritura	→	Escribir a mitad de año	0.71***	0.03
	Escribir a mitad de año	→	Fin de curso de escritura	0.71***	0.03
	Comienzo de lectura	→	Lectura de mitad de año	0.71***	0.03
	Lectura de mitad de año	→	Lectura de fin de año	0.71***	0.03
	Matemáticas Principiantes	→	Matemáticas a mitad de curso	0.71***	0.03
	Matemáticas a mitad de curso	→	Fin de curso de Matemáticas	0.71***	0.03
Retraso cruzado, β	Comienzo de lectura	→	Escribir a mitad de año	0.03	0.10
	Matemáticas Principiantes	→	Escribir a mitad de año	0.12	0.10
	Inicio de la escritura	→	Lectura de mitad de año	0.15***	0.04
	Matemáticas Principiantes	→	Lectura de mitad de año	0.27***	0.07
	Comienzo de lectura	→	Matemáticas a mitad de curso	0.11***	0.03
	Lectura de mitad de año	→	Fin de curso de escritura	0.36***	0.08
	Matemáticas a mitad de curso	→	Fin de curso de escritura	0.10	0.10
	Escribir a mitad de año	→	Lectura de fin de año	0.18***	0.03

	Matemáticas a mitad de curso	→	Lectura de fin de año	0.31***	0.07
	Lectura de mitad de año	→	Fin de curso de Matemáticas	0.10*	0.05
	Escribir a mitad de año	→	Fin de curso de Matemáticas	0.13***	0.03
No recurrente	Lectura de mitad de año	→	Escribir a mitad de año	0.56***	0.08
Correlación, r	Lectura de mitad de año	con	Matemáticas a mitad de curso	0.06***	0.02
	Escribir a mitad de año	con	Fin de curso de escritura	0.24***	0.02
	Fin de curso de escritura	con	Lectura de fin de año	0.25***	0.02
	Fin de curso de escritura	con	Fin de curso de Matemáticas	0.11*	0.01
	Lectura de fin de año	con	Fin de curso de Matemáticas	0.28*	0.02

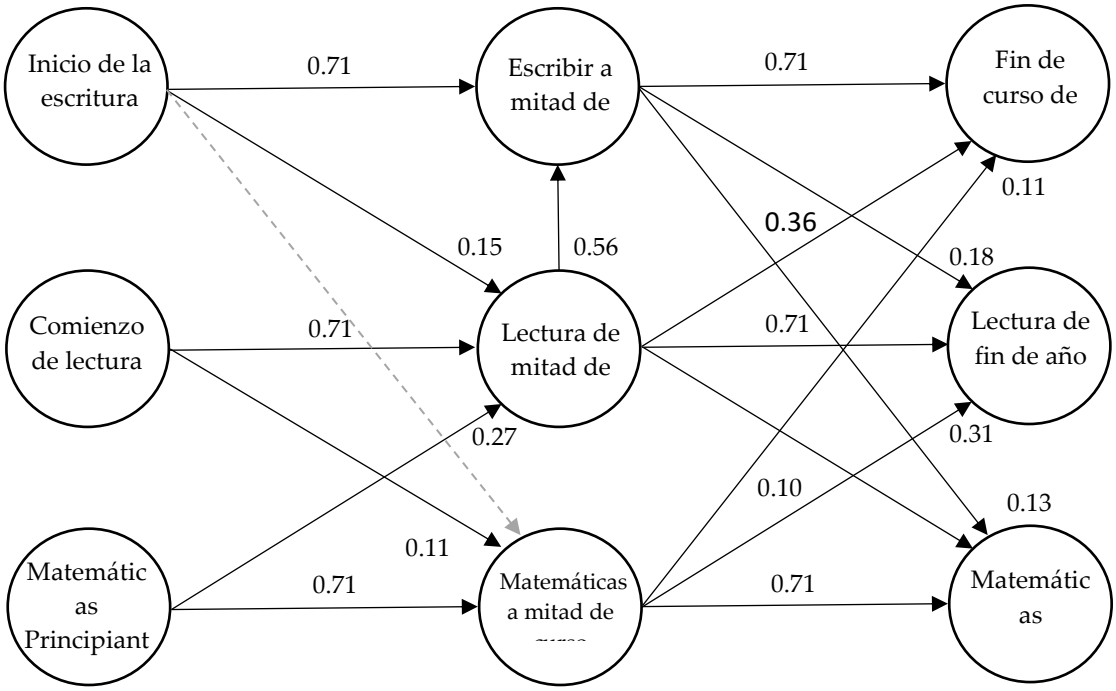

Figura 1. Estimaciones del modelo de panel con retardo cruzado.

Nota: Las líneas negras continuas son estadísticamente significativas a p <0,05. Las líneas de puntos grises no son significativas a p >0,05.

Análisis autorregresivos

El análisis autorregresivo, con la restricción de igualar los coeficientes (β = 0,71) en los tres puntos de evaluación, pone de relieve una sólida estabilidad en las destrezas de lectura, escritura y matemáticas durante el primer año académico. Esta restricción se impuso para facilitar el examen de los cambios cruzados y proporciona una base para evaluar la interacción dinámica entre estos dominios a lo largo del tiempo.

Relaciones concurrentes

En este estudio longitudinal, el inicio de la escritura influyó modestamente en la lectura intermedia (β = 0,15), el inicio de la lectura contribuyó a las matemáticas intermedias (β = 0,11), la lectura intermedia influyó significativamente en la escritura final (β = 0,36) y las matemáticas intermedias tuvieron una relación bidireccional con la escritura final (β = 0,11). La lectura intermedia influye fuertemente en las habilidades de escritura (β = 0,56), destacando su papel fundamental, mientras que la escritura tiene un impacto discernible en las matemáticas (β = 0,13).

Relaciones temporales

Las relaciones temporales revelaron que el inicio de la escritura contribuyó modestamente a la lectura intermedia (β = 0,15) y que el inicio de la lectura influyó en las matemáticas intermedias (β = 0,11). Las matemáticas de iniciación influyen significativamente en la lectura intermedia (β = 0,27), la lectura intermedia predice las matemáticas de conclusión (β = 0,10) y la lectura intermedia tiene una influencia duradera en la escritura de conclusión (β = 0,36). Las matemáticas intermedias contribuyen a la escritura final (β = 0,11) y las matemáticas intermedias predicen la lectura final (β = 0,31). Estos resultados ponen de manifiesto la existencia de relaciones dinámicas y recíprocas entre las competencias a lo largo del curso académico.

Por último, para evaluar la estabilidad del modelo estimado, se extrajo una muestra aleatoria de tamaño 150 y se asignó al grupo artificial uno, y los 150 individuos restantes que no participaron se asignaron al grupo dos. Este procedimiento estimó un primer modelo configural (libre para ambos grupos) y un modelo restringido (forzado a ser igual en ambos grupos). Este procedimiento se repitió 200 veces. El número de comparaciones configurales frente a restringidas que no fueron significativas fue del 90% (181 de 200). Además, el 91,5% (183 de 200) de los modelos restringidos tuvieron un RMSEA inferior a 0,7.

Debate

Al abordar la cuestión central planteada al inicio de este estudio, han surgido varios resultados clave: examinar la relación entre las destrezas de lectura, escritura y matemáticas en niños de primer curso de primaria y explorar los patrones bidireccionales de las asociaciones a lo largo del tiempo. Nuestra investigación sobre estos dominios académicos fundamentales tenía como objetivo descubrir la intrincada interacción entre estas habilidades durante las primeras etapas críticas de la educación.

Estabilidad de los parámetros de lectura, escritura y matemáticas en tres momentos del tiempo

Según la hipótesis autorregresiva, existe un vínculo significativo entre el rendimiento en primer grado en una habilidad específica de alfabetización y el rendimiento posterior en las mismas habilidades (Caravolas et al., 2001). Este descubrimiento corrobora investigaciones previas que enfatizan la persistencia de habilidades fundamentales en lectura, escritura y matemáticas durante los primeros años escolares (Snowling & Melby-Lervåg, 2016). En general, la estabilidad es evidente en los constructos CBM de lectura, escritura y matemáticas, mostrando un rendimiento consistente a lo largo del tiempo. Estas mediciones tomadas en los tres puntos temporales (al inicio del año escolar, a mitad de año y después del año escolar) tuvieron un coeficiente beta de 0,71. Esto sugiere una estabilidad relativamente alta en estas habilidades a lo largo del tiempo entre mediciones, lo que implica que el rendimiento de un estudiante en cada una de estas habilidades al principio está fuertemente relacionado con su rendimiento a mitad y final de curso. En Panamá, la educación primaria suele comenzar a los 6 años. La enseñanza formal de la lectoescritura se inicia en el entorno de la escuela primaria, siguiendo un plan de estudios predefinido por mandato de la legislación nacional. Los niños panameños suelen iniciar su andadura en la lectura fonológicamente, observándose avances en su capacidad de leer léxicamente, lo que implica la recuperación directa de representaciones ortográficas de la memoria, sobre todo a lo largo de los dos primeros cursos. En cuanto a las matemáticas, el plan de estudios de los niños de primer curso exige que los niños desarrollen habilidades matemáticas básicas. Esto incluye, entre otras cosas, la adquisición de una sólida comprensión de los conceptos numéricos básicos, como contar, sumar y restar. Además, se espera que los alumnos comprendan las formas geométricas fundamentales y las relaciones espaciales. El plan de estudios pretende fomentar la comprensión conceptual de los principios matemáticos, sentando las bases para el posterior dominio de las matemáticas.

Relaciones entre lectura, escritura y matemáticas (correlaciones intertemporales y cruzadas)

Nuestros resultados aportan pruebas sólidas de la existencia de una relación significativa entre las competencias en lectura, escritura y matemáticas de los alumnos de primer curso. Además, nuestro análisis longitudinal profundizó en la dinámica temporal de estas relaciones. Los patrones bidireccionales identificados indican que las influencias entre la lectura, la escritura y las matemáticas no son unidireccionales, sino recíprocas a lo largo del curso escolar. Como se indica en los resultados presentados por Pinto et al. (2015), la investigación longitudinal sobre la correlación entre la lectura y la escritura dentro de un sistema de escritura caracterizado por la transparencia es limitada. En general, los resultados de estos estudios sugieren una relación recíproca y predictiva entre la lectura y la ortografía (Cossu et al., 1995; Desimoni et al., 2012; Leppanen et al., 2006). Sin embargo, los análisis cruzados posteriores realizados por Pinto et al. (2015) sostienen que la ortografía desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la alfabetización formal, especialmente en los sistemas de escritura transparentes, como se demuestra en el contexto de los niños italianos de primer grado. En el presente estudio, al comienzo del año escolar, el impacto de las habilidades de escritura en la competencia lectora a mediados del año escolar se midió en 0,15, lo que significa una influencia moderada. Esto indica que los alumnos que mostraban mejores habilidades de escritura al principio tendían a mostrar mejoras en la lectura a mitad de curso. Estos hallazgos se alinean con los análisis cruzados

de Pinto et al. (2015), reforzando la propuesta de que el avance de la ortografía durante las primeras etapas sirve como un activo fundamental para la posterior adquisición de habilidades de lectura. Además, Cossu (1999) demostró que en el primer grado italiano, la ortografía va por detrás de la lectura, a diferencia de lo que ocurre en inglés, donde ambos procesos se desarrollan de forma paralela. En lengua inglesa, Kim et al. (2018) analizaron las trayectorias de desarrollo y la relación entre la lectura y la escritura en estudiantes de 3º a 6º grado y encontraron que el estado inicial de la lectura de palabras predecía el estado inicial y la tasa de crecimiento de la ortografía y que la tasa de crecimiento de la lectura de palabras predecía la tasa de crecimiento de la ortografía. En cambio, la ortografía no predecía la lectura de palabras.

Las capacidades de lectura también se han relacionado con el rendimiento en matemáticas (Paul et al., 2019). Al inicio del curso escolar, la influencia de la lectura en las matemáticas a mitad de curso fue de 0,11. Este coeficiente es de baja magnitud, lo que sugiere que las habilidades de lectura pueden tener una ligera influencia en las habilidades matemáticas posteriores. Sin embargo, la influencia de las matemáticas al principio sobre la lectura a mitad de curso fue mayor (0,27) que la influencia inversa, lo que indica que las habilidades matemáticas al principio contribuyen a la mejora de la lectura a mitad de curso. Utilizando un modelo de panel con retardo cruzado, Duncan et al. (2007) realizaron regresiones en las que el rendimiento posterior en matemáticas se regresionó sobre el rendimiento previo en matemáticas y lectura, junto con variables de control. Del mismo modo, realizaron regresiones para el rendimiento posterior en lectura, aplicando una regresión sobre los logros anteriores en lectura y matemáticas, así como controles. Sus conclusiones indicaron que el rendimiento en matemáticas tenía una influencia predictiva más sólida en el rendimiento posterior en lectura que en el rendimiento posterior en matemáticas. Según un análisis exhaustivo de seis conjuntos de datos longitudinales expansivos, el tamaño medio del efecto estandarizado para las estimaciones de matemáticas a observación fue de 0,26. En cambio, la media de las estimaciones de lectura a matemáticas fue de 0,10. En el presente estudio, se obtuvieron valores correspondientes de 0,27 y 0,11, consistentes con hallazgos análogos. Se ha demostrado que el dominio de la lectura está relacionado con el rendimiento en matemáticas, con indicios de que su importancia puede variar según las distintas destrezas matemáticas, como la transcripción de símbolos numéricos. Numerosas investigaciones han mostrado una correlación entre la competencia en la lectura y escritura de representaciones numéricas y la competencia en cálculos aritméticos (Geary et al., 2000). La capacidad de transcodificar símbolos numéricos, que implica la traducción de símbolos numéricos entre notaciones verbales y arábigas, asume un papel fundamental en las matemáticas escolares. Esta dependencia de la manipulación de números simbólicos subraya la importancia de esta habilidad en el aprendizaje de las matemáticas (De Smedt y Gilmore, 2011). De hecho, los problemas de transcodificación se han relacionado con trastornos como la discalculia y las dificultades de aprendizaje de las matemáticas (Mazzocco y Thompson, 2005). Al comienzo del año escolar, las mediciones de lectura influyen en la escritura y las matemáticas al final del año escolar, con coeficientes de 0,36 y 0,10, respectivamente. Este hallazgo sugiere que las destrezas de lectura son fundamentales y pueden influir en el desarrollo de otras destrezas. Existe una fuerte influencia (0,56) de la lectura a mitad de curso sobre la escritura a mitad de curso. Del mismo modo, se observó la influencia de la escritura a mitad de curso en la capacidad lectora, con un coeficiente de 0,18 para el curso escolar. Estos datos sugieren una relación bidireccional entre la lectura y la escritura, ya que ambas destrezas se influyen mutuamente de forma positiva. La influencia de las matemáticas a mitad de curso sobre la escritura y la

lectura después del curso escolar tuvo coeficientes de 0,11 y 0,31, respectivamente. Estos resultados indican que las destrezas matemáticas también desempeñan un papel en el desarrollo de las destrezas de lectura y escritura. Por último, la escritura a mitad de curso presenta un coeficiente de baja magnitud (0,13) con las matemáticas al finalizar el curso escolar, lo que indica una ligera relación entre estas dos destrezas. En resumen, las destrezas de lectura, escritura y matemáticas están interrelacionadas a lo largo del tiempo, con una fuerte estabilidad individual para cada destreza. Existen interacciones significativas entre estas habilidades, lo que sugiere que el fortalecimiento de una puede influir positivamente en las otras.

Implicaciones educativas

Las implicaciones educativas del estudio subrayan una relación bidireccional entre la lectura y la escritura, alineándose con la teoría del modelo en cascada e indicando que las destrezas tempranas de descodificación influyen en diversas destrezas relacionadas con la lectoescritura (Vellutino et al., 2007). Esta vinculación es coherente con la noción de que una base sólida en la decodificación-comprensión contribuye al desarrollo competente de las habilidades de transcripción. La interconexión entre la decodificación-comprensión y la comprensión del sentido numérico refuerza la concepción de que las habilidades relacionadas con el lenguaje y las habilidades matemáticas están entrelazadas (Purpura et al., 2017). Nuestros hallazgos sugieren que las habilidades de decodificación-comprensión en etapas tempranas pueden influir en el desarrollo de habilidades numéricas tempranas, apoyando la idea de una base compartida para el aprendizaje académico temprano (Purpura et al., 2015). La exploración de las relaciones temporales destaca la importancia de las intervenciones tempranas, especialmente la decodificación-comprensión, que influye significativamente en la transcripción y la comprensión del sentido numérico a lo largo del año. Este énfasis en la temporalidad se alinea con las investigaciones que destacan la eficacia de las intervenciones tempranas y específicas para mejorar las habilidades académicas (Lonigan y Shanahan, 2010). La influencia duradera de la decodificación-comprensión en la transcripción subraya la importancia de considerar las habilidades de lectura en la planificación de la intervención educativa (Suggate et al., 2018). Este resultado apoya la noción de que un enfoque integrado del desarrollo de habilidades lingüísticas puede tener impactos positivos en cascada en múltiples áreas académicas (Pardede, 2019). La interacción entre las habilidades numéricas y de transcripción señala la necesidad de enfoques pedagógicos que integren las habilidades lingüísticas y matemáticas (LeFevre et al., 2010). Estos resultados apoyan las propuestas de un currículo integrado que reconozca la conexión inherente entre las habilidades lingüísticas y matemáticas en los primeros años de educación (National Research Council, 2009). En general, nuestros resultados ofrecen una valiosa contribución a la literatura sobre el desarrollo académico temprano. Al integrar relaciones estables, bidireccionales y temporales, nuestro estudio arroja luz sobre la complejidad de las interacciones entre variables latentes. Estos hallazgos informan las prácticas educativas al resaltar la importancia de intervenciones tempranas y específicas que consideren la interconexión de habilidades en los procesos de aprendizaje de los estudiantes durante el primer año escolar.

Financiación

Este estudio se ha realizado en el marco del Programa de Mejoramiento de la Eficiencia y Calidad en el Sector Educativo PN-L1143; 4357/OC-PN del Ministerio de Educación de Panamá (MEDUCA), con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), siendo el Investigador Principal (IP) el primer autor.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a Gina Garcés de la Dirección Nacional de Evaluación Educativa del MEDUCA y a los supervisores del Ministerio de Educación de Panamá por su ayuda en la adaptación y administración de los instrumentos de evaluación formativa (es decir, IPAL, IPAE e IPAM) en lengua española y por sus contribuciones al proceso de recogida de datos. Un agradecimiento especial a todas las escuelas, profesores y estudiantes participantes.

Referencias

Abbott, R. D., Berninger, V. W., & Fayol, M. (2010). Longitudinal relationships of levels of language in writing and between writing and reading in Grades 1 to 7. *Journal of Educational Psychology, 102*(2), 281-298. https://dx.doi.org/10.1037/a0019318

Berninger, V. W., Abbott, R. D., Augsburger, A., & García, N. (2009). Comparison of pen and keyboard transcription modes in children with and without learning disabilities. *Learning Disability Quarterly, 32*(3), 123-141. https://doi.org/10.2307/27740364

Berninger, V. W., & Winn, W. D. (2006). Implications of advancements in brain research and technology for writing development, writing instruction, and educational evolution. In C. A. MacArthur, S. Graham, & J. Fitzgerald (Eds.), *Handbook of writing research* (pp. 96–114). The Guilford Press.

Berninger, V. W., Abbott, R. D., Abbott, S. P., Graham, S., & Richards, T. (2002). Writing and reading: Connections between language by hand and language by eye. *Journal of Learning Disabilities, 35*(1), 39–56. https://doi.org/10.1177/002221940203500104

Caravolas, M., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2001). The foundations of spelling ability: Evidence from a 3-year longitudinal study. *Journal of Memory and Language, 45*(4), 751–774. https://doi.org/10.1006/jmla.2000.2785

Codding, R. S., Petscher, Y., & Truckenmiller, A. (2015). CBM reading, mathematics, and written expression at the secondary level: Examining latent composite relations among indices and unique predictions with a state achievement test. *Journal of Educational Psychology, 107*(2), 437–450. https://doi.org/10.1037/a0037520

Cossu, G. (1999). The acquisition of Italian orthography. In M. Harris & G. Hatano (Eds.), *Learning to read and write: A cross-linguistic perspective* (pp. 10–33). Cambridge University Press.

Cossu, G., Gugliotta, M., & Marshall, J. C. (1995). Acquisition of reading and written spelling in a transparent orthography: Two non parallel processes? *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 7*(1), 9–22. https://doi.org/10.1007/BF01026945

de León, S. C., Jiménez, J. E., García, E., Gutiérrez, N., & Gil, V. (2021). Universal screening in mathematics for Spanish students in first grade. *Learning Disability Quarterly*, *44*(2), 123-135. https://doi.org/10.1177/0731948720903273

de León, S. C., Jiménez, J. E., & Hernández-Cabrera, J. A. (2022). Confirmatory factor analysis of the indicators of basic early math skills. *Current Psychology, 41*, 585–596. https://doi.org/10.1007/s12144-019-00596-0

De Smedt, B., & Gilmore, C. K. (2011). Defective number module or impaired access? Numerical magnitude processing in first graders with mathematical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*(2), 278-292. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.09.003

Dehaene, S. (1997). *The number sense. How the mind creates mathematics.* Oxford University Press.

Desimoni, M., Scalisi, T. G., & Orsolini, M. (2012). Predictive and concurrent relations between literacy skills in Grades 1 and 3: A longitudinal study of Italian children. *Learning and Instruction, 22*(5), 340–353. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.02.002

Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology, 43*(6), 1428-1446. https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428

Fitzgerald, J., & Shanahan, T. (2000). Reading and writing relations and their development. *Educational Psychologist, 35*(1), 39-50. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3501_5

Geary, D. C. (2013). Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities. *Current Directions in Psychological Science, 22*(1), 23-27, https://doi.org/10.1177/0963721412469398

Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: a longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology, 77*(3), 236-63. https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2561

Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number Sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *The Journal of Special Education, 33*(1), 18-28. https://doi.org/10.1177/002246699903300102

Graham, S., Berninger, V. W., Abbott, R. D., Abbott, S. P., & Whitaker, D. (1997). Role of mechanics in composing of elementary school students: A new methodological approach. *Journal of Educational Psychology, 89*(1), 170–182. https://doi.org/10.1037/0022-0663.89.1.170

Gutiérrez, N. (2019). *Indicadores de progreso de aprendizaje en lectura en el contexto del modelo de Respuesta a la Intervención* (Tesis Doctoral). Universidad de La Laguna. http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/22175

Gutiérrez, N., Jiménez, J. E., & de León, S. C. (2021). Reading curriculum-based measures for universal screening in monolingual Spanish first graders. *Early Education and Development, 33*(6), 1036–1060. https://doi.org/10.1080/10409289.2021.1935537

Hooper, S. R., Roberts, J., Sideris, J., Burchinal, M., & Zeisel, S. (2010). Longitudinal predictors of reading and math trajectories through middle school for African American versus Caucasian students across two samples. *Developmental Psychology, 46*(5), 1018–1029. https://doi.org/10.1037/a0018877

Ivrendi, A. (2011). Influence of self-regulation on the development of children's number sense. *Early Childhood Education Journal, 39*(4), 239-247. https://doi.org/10.1007/s10643-011-0462-0

Jiménez, J. E., & de León, S. C. (2017). Análisis factorial confirmatorio de indicadores de progreso de aprendizaje en matemáticas (IPAM) en escolares de primer curso de Primaria. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, 7*(1), 31-45. https://doi.org/10.3390/ejihpe7010003

Jiménez, J. E., & de León, S. C. (2019). Indicadores de progreso de aprendizaje en matemáticas [Supplementary material]. En J. E. Jiménez (Coord.), *Modelo de respuesta a la intervención: un enfoque preventivo para el abordaje de las dificultades específicas de aprendizaje*. Ediciones Pirámide.

Jiménez, J. E., & García, E. (2023). Invarianza longitudinal del IPAE en escolares españoles de primer curso de primaria. *Revista Evaluar, 23*(1), 12–26. https://doi.org/10.35670/1667-4545.v23.n1.41003

Jiménez, J. E., García, E., Naranjo, F., de León, S. C., & Hernández-Cabrera, J. A. (2020). An analysis and comparison of three theoretical models of the reading-writing relationships in Spanish-speaking children. In R. A. Alves, T. Limpo, & R. M. Joshi (Eds.), *Reading-Writing Connections. Literacy Studies* (pp. 35-53). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38811-9_3

Jiménez, J. E., & Gil, V. (2019). Indicadores de progreso de aprendizaje en escritura [Supplementary material]. En J. E. Jiménez (Coord.), *Modelo de respuesta a la intervención: un enfoque preventivo para el abordaje de las dificultades específicas de aprendizaje*. Ediciones Pirámide.

Jiménez, J. E., & Gutiérrez, N. (2019). Indicadores de progreso de aprendizaje en lectura [Supplementary material]. En J. E. Jiménez (Coord.), *Modelo de respuesta a la intervención: un enfoque preventivo para el abordaje de las dificultades específicas de aprendizaje*. Ediciones Pirámide.

Jiménez, J. E., & Hernández-Cabrera, J. A. (2019). Transcription skills and written composition in Spanish beginning writers: Pen and keyboard modes. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 32*(7), 1847–1879. https://doi.org/10.1007/s11145-018-9928-4

Jiménez J. E., Rodríguez, C., Crespo, P., González, D., Artiles, C., & Alfonso, M. (2010). Implementation of Response to Intervention (RtI) Model in Spain: an example of a collaboration between Canarian universities and the department of education of the Canary Islands. *Psicothema, 22*(4), 935-942.

Jordan, N., & Levine, S. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews, 15*(1), 60-68. https://doi.org/10.1002/ddrr.46

Jouhar, M. R., & Rupley, W. H. (2021) The reading–writing connection based on Independent reading and writing: A systematic review. *Reading & Writing Quarterly, 37*(2), 136-156. https://doi.org/10.1080/10573569.2020.1740632

Juel, C. (1988). Learning to read and write: A longitudinal study of 54 children from first through fourth grades. *Journal of Educational Psychology, 80*(4), 437-447. http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.80.4.437.

Juel, C., Griffith, P. L., & Gough, P. B. (1986). Acquisition of Literacy. A Longitudinal Study of Children in First and Second Grade. *Journal of Educational Psychology, 78*(4), 243–255. https://doi.org/10.1037/0022-0663.78.4.243

Kearney, M. W. (2017). Cross lagged panel analysis. In M. R. Allen (Ed.), *The SAGE Encyclopedia of Communication Research Methods* (pp. 313-314). SAGE Publications Ltd.

Kim, Y.-S. G., Petscher, Y., Wanzek, J., & Al Otaiba, S. (2018). Relations between reading and writing: A longitudinal examination from Grades 3 to 6. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 31*(7), 1591–1618. https://doi.org/10.1007/s11145-018-9855-4

Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. M. (2013). Early numerical development and the role of nonsymbolic and symbolic skills. *Learning and Instruction, 25*, 95-103. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.12.001

Korpipää, H., Koponen, T., Aro, M., Tolvanen, A., Aunola, K., Poikkeus, A. M., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2017). Covariation between reading and arithmetic skills from Grade 1 to Grade 7. *Contemporary Educational Psychology, 51*, 131-140, https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.06.005.

Leppanen, U., Nieme, P., Aunola, K., & Nurmi, J.-E. (2006). Development of reading and spelling finnish from preschool to Grade 1 and Grade 2. *Scientific Studies of Reading, 10*, 3–30. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr1001_2

LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L, Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: longitudinal predictors of performance. *Child Development 81*(6), 1753-1767. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x

Lonigan, C. J., & Shanahan, T. (2010). Developing Early Literacy Skills: Things We Know We Know and Things We Know We Don't Know. *Eductional Ressearcher, 39*(4), 340-346. https://doi.org/10.3102/0013189X10369832

Mazzocco, M. M., & Thompson, R. E. (2005). Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disabilities Research & Practice, 20*(3), 142-155. https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2005.00129.x

Missall, K. N., Mercer, S. H., Martínez, R. S., & Casebeer, D. (2012). Concurrent and longitudinal patterns and trends in performance on early numeracy curriculum-based measures in kindergarten through third grade. *Assessment for Effective Intervention, 37*(2), 95–106. https://doi.org/10.1177/1534508411430322

National Mathematics Advisory Panel (NMAP) (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel.* U. S. Department of Education.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics.* National Council of Teachers of Mathematics.

National Reading Panel (NRP) (2000). *Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction: Reports of the subgroups*.: U. S. Government Printing Office.

National Research Council (2009). *Mathematics in early childhood: Learning paths toward excellence and equity*. Washington, DC: National Academy Press.

Pardede, P. (2019). Integrated skill approach in EFL classrooms: A literature review. In *Proceeding English Education Department Collegiate Forum* (pp.147-159). Universitas Kristen Indonesia Press.

Paul, J. M., Gray, S. A., Butterworth, B. L., & Reeve, R. A. (2019). Reading and math tests differentially predict number transcoding and number fact speed longitudinally: A random intercept cross-lagged panel approach. *Journal of Educational Psychology, 111*(2), 299–313. https://doi.org/10.1037/edu0000287

Peralta, Y., Kohli, N., Kendeou, P., Davison, M. L., & Lock, E. F. (2023). Modeling the interrelation of reading and mathematics achievement trajectories: Is their development intertwined? *Reading and Writing, 37*(5), 1267-1287. https://doi.org/10.1007/s11145-023-10442-2

Pinto, G., Bigozzi, L., Tarchi, C., Gamannossi, B. A., & Canneti, L. (2015). Cross-lag analysis of longitudinal associations between primary school students' writing and reading skills. *Reading and Writing, 28*, 1233–1255. https://doi.org/10.1007/s11145-015-9569-9

Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of Experimental Child Psychology, 110*(4), 647–658. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.07.004

Purpura, D. J., & Napoli, A. R. (2015). Early numeracy and literacy: Untangling the relation between specific components. *Mathematical Thinking and Learning, 17*(2-3), 197–218. https://doi.org/10.1080/10986065.2015.1016817

Purpura, D. J., Day, E.,. Napoli, A. R., & Hart, S. A. (2017). Identifying Domain-General and Domain-Specific Predictors of Low Mathematics Performance: A classification and regression tree analysis. *Journal of Numerical Cognition, 3*(2), 365-399, https://doi.org/10.5964/jnc.v3i2.53

Robinson, L. S. (2004). Roving reporter. *Education, Communication & Information, 4*(2-3), 331-344. https://doi.org/10.1080/14636310412331304744

Shanahan, T. (1984). Nature of the reading-writing relation. An exploratory multivariate analysis. *Journal of Educational Psychology,* 76(3), 466–477. https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.3.466

Shanahan, T. (2016). Relationships between reading and writing development. In C. A. MacArthur, S. Graham, & J. Fitzgerald (Eds.), *Handbook of writing research* (2nd ed., pp. 194–207). The Guilford Press.

Shanahan, T., & Lomax, R. (1986). A developmental comparison of theoretical models of the reading-writing relationship. *Journal of Educational Psychology, 78*(2), 116-123. https://doi.org/10.1037/0022-0663.78.2.116

Snowling, M. J., & Melby-Lervåg, M. (2016). Language deficits in familial dyslexia: A metaanalysis and review. *Psychological Bulletin, 142*(5), 498–545. https://doi.org/10.1037/bul0000037

Suggate, S., Schaughency, E., McAnally, H., & Reese, E. (2018). From infancy to adolescence: The longitudinal links between vocabulary, early literacy skills, oral narrative, and reading comprehension. *Cognitive Development*, *47*, 82–95. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2018.04.005

Tourangeau, K., Nord, C., Lê, T., Wallner-Allen, K., Hagedorn, M.C., Leggitt, J., & Najarian, M. (2015). *Early Childhood Longitudinal Study, Kindergarten Class of 2010–11 (ECLS-K:2011), User's Manual for the ECLS-K:2011 Kindergarten–First Grade Data File and Electronic Codebook, Public Version (NCES 2015-078)*. U.S. Department of Education. National Center for Education Statistics.

Vellutino, F. R., Tunmer, W. E., Jaccard, J., Chen, R., & Scanlon, D. M. (2007). Components of reading ability: Multivariate evidence for a convergent skills model of reading development. *Scientific Studies of Reading*, *11*(1), 3-32. https://doi.org/10.1080/10888430709336632

Villadiego, Y., Jiménez, J. E., & Moreno, A. (2024). Cribado universal en lectura para estudiantes colombianos de primer grado [Manuscript submitted for publication].

Traducido con DeepL

Fecha de recepción: 11 enero, 2024.
Fecha de revisión: 13 marzo, 2024.
Fecha de aceptación: 15 julio, 2024.