



Original

## Sentido numérico, memoria de trabajo y RAN: una aproximación longitudinal al desarrollo típico y atípico de niños chilenos

Bárbara Guzmán<sup>a</sup>, Cristina Rodríguez<sup>a,b,\*</sup>, Felipe Sepúlveda<sup>a</sup>, y Roberto A. Ferreira<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

<sup>b</sup> Facultad de Psicología, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 17 de abril de 2018

Aceptado el 14 de noviembre de 2018

On-line el 26 de diciembre de 2018

#### Palabras clave:

Dificultades específicas de aprendizaje en matemáticas

Sentido numérico

Habilidades cognitivas de dominio general

RAN

Memoria de trabajo

### R E S U M E N

En el presente estudio se investiga el efecto de la memoria de trabajo y la denominación automatizada rápida (RAN) en las trayectorias de crecimiento del procesamiento numérico, medido mediante Medidas Basadas en el Currículum (CBM). Se evalúan dos grupos de niños de primer grado: un grupo en riesgo de desarrollar dificultades específicas de aprendizaje en matemáticas (riesgo-DEAM,  $n = 32$ ) y otro compuesto por niños con desarrollo típico (sin-DEAM,  $n = 32$ ). De todas las medidas cognitivas administradas se evidencia que la tarea de span verbal de dígitos inversos (SDI) y la subtarea de RAN-Letras contribuyen significativamente en la diferenciación del rendimiento de los grupos. RAN-Letras contribuye a la diferenciación de los grupos en el rendimiento de habilidades numéricas, mientras SDI contribuye de forma diferenciada a la ratio de crecimiento de los grupos en habilidades numéricas. Estos resultados visibilizan la relevancia de RAN y SDI para el desarrollo de habilidades de procesamiento numérico en primer grado, especialmente para niños en riesgo de DEAM. Así, SDI emerge como una tarea importante a evaluar durante las primeras etapas de la instrucción matemática, debido a su capacidad de predecir déficits en el desarrollo de habilidades numéricas.

© 2018 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Universidad de País Vasco.

### Number Sense Abilities, Working Memory and RAN: A Longitudinal Approximation of Typical and Atypical Development in Chilean Children

#### A B S T R A C T

The present study examined the contribution of working memory and Rapid Automated Naming (RAN) to growth trajectories in number processing, measured using Curriculum-based Measurement (CBM). Participants were two groups of first grade children; one group were at risk of developing mathematics disabilities (MLD-at-risk,  $n = 32$ ), and the other included typically developing (non-MLD,  $n = 32$ ) children. Of all the cognitive measures, backward digit span (BDS) tasks and RAN-Letter made significant contributions to differentiating group performance. RAN-Letter provided differentiation of groups, and BDS provided differentiation of the growth rates of both groups in number processing skills. These results highlight the relevance of RAN and BDS for the development of number processing skills in first grade, especially for MLD-at-risk children. BDS is therefore a very important task to be measured during the early stages of mathematics instruction, because it predicts deficits in development of number skills.

© 2018 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Universidad de País Vasco.

### Introducción

En la actualidad, la identificación de estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje, y en particular aquellos con

dificultades específicas de aprendizaje en matemáticas (DEAM), se realiza desde una perspectiva preventiva (Clarke et al., 2016; Fuchs y Fuchs, 2006; Hinton, Flores, y Shippen, 2014). Por lo tanto, no es de extrañar que en los últimos años la investigación a nivel mundial se haya centrado en la identificación de predictores tempranos de las dificultades de aprendizaje para poder actuar sobre ellas lo antes posible (p. ej., Fuchs, Fuchs, y Compton, 2012; Kaufmann y von Aster, 2012; Locuniak y Jordan, 2008; Tobia, Bonifacci, y Marzocchi,

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [crodriguez@ull.es](mailto:crodriguez@ull.es), [m.rodriguez@ucsc.cl](mailto:m.rodriguez@ucsc.cl) (C. Rodríguez).

2016). Uno de los enfoques más conocidos e investigados para este propósito es el denominado Modelo de Respuesta a la Intervención (RtI), que considera el monitoreo de la respuesta de los niños al tratamiento como la clave para el diagnóstico. En todos los modelos preventivos la evaluación temprana es un factor determinante para la identificación, y en el caso del modelo RtI, su aplicación debe ser dinámica, involucrando el uso de medidas basadas en el currículum (*Curriculum-based Measurement [CBM]*). Estas medidas se han utilizado principalmente para evaluar lectura en vez de matemáticas; sin embargo, recientemente también se han creado una serie de instrumentos para la evaluación de las matemáticas (p. ej., Clarke, Gersten, Dimino, y Rolfhus, 2012; Jiménez y de León, 2017; Lembke y Foegen, 2009). Las medidas CBM tienen una ventaja sobre otros métodos, ya que permiten el monitoreo del desarrollo de habilidades desde una etapa temprana hasta la instancia de diagnóstico (Clarke y Shinn, 2004; Cummings y Petscher, 2015; Foegen, Jiban, y Deno, 2007). En la mayoría de los países el diagnóstico comienza tempranamente en la educación preescolar; sin embargo, en Chile el diagnóstico oficial de DEAM se realiza solo a partir del segundo grado, lo que significa que no se lleva a cabo ninguna evaluación en primer grado. Por esta razón resulta interesante utilizar medidas CBM para monitorear el progreso de los niños chilenos que presentan un desarrollo típico y aquellos en riesgo de desarrollar DEAM.

Un número cada vez mayor de autores han planteado la importancia de evaluar no solo las habilidades numéricas para el diagnóstico de DEAM, sino también las habilidades cognitivas que las respaldan (Cowan y Powell, 2014; Mazzocco y Rasanen, 2013; Rodríguez y Jiménez, 2016; Träff, Olsson, Östergren, y Skagerlund, 2017). Esta perspectiva surge como resultado del debate entre investigadores que apoyan modelos explicativos de dificultades numéricas, que asumen un déficit en dominios específicos de representación de cantidades (Butterworth, Varma, y Laurillard, 2011; Geary, 2013; Piazza et al., 2010), y quienes están a favor de modelos de dominio más general, que asumen que las DEAM son producto de déficits en la memoria de trabajo (MT), el razonamiento verbal y las capacidades visuoespaciales (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, y Numtee, 2007; Raghobar, Barnes, y Hecht, 2010). Más recientemente, este debate ha evolucionado hacia una perspectiva más ecléctica, donde ambos modelos son reconocidos como efectivos para evaluar a los niños en riesgo de desarrollar DEAM. Por ejemplo, Träff (2013) encontró que las habilidades cognitivas generales y las habilidades numéricas básicas son necesarias para explicar el desarrollo de habilidades numéricas más complejas (p. ej., recuperación de hechos, recuperación de hechos aritméticos y resolución de problemas). Estos hallazgos también se observaron en el caso del desarrollo numérico atípico o discalculia, lo que apoya las teorías de déficits múltiples (Träff et al., 2017).

Algunos estudios han analizado la contribución de las habilidades de dominio general y específico al logro de las matemáticas desde una perspectiva longitudinal (Chu, vanMarle, y Geary, 2016; Geary, 2011; Kolkman, Kroesbergen, y Leseman, 2014; Xenidou-Dervou et al., 2018). Por ejemplo, en un estudio llevado a cabo a lo largo de cinco años (K-5), Geary (2011) encuentra que las habilidades de dominio tanto general como específico contribuían significativamente a las tasas de crecimiento del rendimiento en matemáticas. Estos hallazgos difieren de los resultados de otro estudio realizado por Xenidou-Dervou et al. (2018), donde se monitoreó a niños preescolares durante dos años. Los resultados de esta investigación muestran que las habilidades de dominio general predicen significativamente el rendimiento en matemáticas en la primera toma de medida (mitad del grado 1). Sin embargo, estas no afectan las tasas de crecimiento de los logros matemáticos a lo largo del tiempo. Del mismo modo, en un estudio longitudinal de tres años realizado por Chu et al. (2016), las habilidades de dominio general no predijeron el crecimiento en el rendimiento matemático en

niños de educación infantil, lo que sugiere que, en las etapas iniciales del aprendizaje matemático, las demandas de MT en tareas numéricas no son lo suficientemente altas como para influir en el rendimiento de las mismas.

#### *Relación entre memoria de trabajo, RAN y procesamiento numérico*

A diferencia de la cognición numérica, la relación entre las habilidades cognitivas y el desarrollo de la lectura ha sido, durante décadas, el foco de numerosas investigaciones (Chu et al., 2016), lo que ha permitido consolidar algunos hallazgos. La investigación ha confirmado sistemáticamente la contribución de la MT y la denominación automatizada rápida (RAN) en el desarrollo de la lectura y, por consiguiente, en la dificultad de aprendizaje de la lectura (DEAL) (p. ej., Landerl y Wimmer, 2008; Rodríguez, van den Boer, Jiménez, y de Jong, 2015). En los últimos años, los hallazgos que apuntan a la influencia de la conciencia fonológica, MT y RAN en las habilidades matemáticas han recibido un amplio apoyo (p. ej., Clarke y Shinn, 2004; Raghobar et al., 2010; Simmons y Singleton, 2008; Träff, 2013). Existen diversos estudios que han demostrado que los participantes con DEAM presentan un déficit en las habilidades de MT, y que este déficit predice el bajo rendimiento posterior en habilidades numéricas (Aragón, Navarro, Aguilar, y Cerda, 2015; Toll, van der Ven, Kroesbergen, y van Luit, 2011; Passolunghi y Siegel, 2004).

En un estudio longitudinal realizado por Toll y van Luit (2013), los niños de entre cuatro y cinco años fueron clasificados de acuerdo a su rendimiento en MT (limitado vs. promedio) para estudiar el rendimiento aritmético temprano en ambos grupos. Los resultados evidenciaron déficits en la mayoría de los dominios aritméticos de los niños con un rendimiento de MT limitado, lo cual es consistente con otros trabajos que han demostrado que los niños con DEAM muestran un déficit en MT (p. ej., Geary et al., 2007; Presentación, Mercader, Siegenthaler, Fernández, y Miranda, 2015; Raghobar et al., 2010). Si bien existe un gran consenso respecto al papel que la MT tiene en el procesamiento numérico, se han dado resultados divergentes en cuanto a los componentes de MT (bucle fonológico, agenda visuoespacial y control ejecutivo central) y las habilidades matemáticas involucradas, así como la etapa de desarrollo en la que se encuentran los niños al momento de ser estudiados (ver Peng, Namkung, Barnes, y Sun, 2016, para una revisión). Por ejemplo, en primer curso el bucle fonológico es el mejor predictor de rendimiento en tareas matemáticas que requieren procesamiento verbal (Rasmussen y Bisanz, 2005). Sin embargo, más tarde, a los siete y ocho años de edad, el componente ejecutivo central se convierte en el principal predictor, seguido por el bucle fonológico, para explicar el rendimiento en matemáticas (Henry y MacLean, 2003; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, y Menon, 2010). Esto sugiere que tanto el bucle fonológico como el ejecutivo central son componentes clave en el desempeño de las tareas matemáticas que requieren un procesamiento verbal en las etapas iniciales del aprendizaje matemático.

Durante la última década ha existido un interés creciente en evaluar RAN como un predictor cognitivo del conocimiento aritmético. Esto ha sido propiciado por intentos de entender su relación con las DEAM, de la misma manera que RAN se relaciona con DEAL (p. ej., Cirino, Fuchs, Elias, Powell, y Schumacher, 2015; Georgiou, Tziraki, Manolitsis, y Fella, 2013; Mazzocco y Grimm, 2013). Los hallazgos son heterogéneos y difieren según los estímulos utilizados en cada estudio. Por ejemplo, Donker, Kroesbergen, Slot, van Viersen, y de Bree (2016) han estudiado el rendimiento en tareas RAN alfanuméricas (dígitos y letras) y RAN no alfanuméricas (colores y objetos) en niños con dificultades de lectura y escritura, niños con DEAM y niños con trastornos comórbidos. Los resultados indican que los niños con dificultades de lectura y escritura tienen un déficit en

RAN alfanumérico, los niños con DEAM tienen un bajo rendimiento en RAN no alfanumérico y el grupo comórbido un déficit en ambas medidas de RAN. En contraste con los resultados anteriores, en un estudio longitudinal [Mazzocco y Grimm \(2013\)](#) encuentran que los resultados de RAN alfanumérico están relacionados con el rendimiento de los niños con DEAM. Entre los estudios que han analizado el papel de las tareas alfanuméricas, algunos sugieren que los niños con DEAM muestran un déficit en la denominación de dígitos pero no en la denominación de letras. Por ejemplo, [Pauly et al. \(2011\)](#) encontraron que los niños en edad preescolar en riesgo de presentar DEAM muestran déficits más significativos en la denominación de dígitos que en las tareas de denominación de letras. En otro estudio, [Clarke y Shinn \(2004\)](#) indican que, en primer grado, los resultados de una tarea de denominación de dígitos correlacionan altamente con los de una prueba estandarizada de matemáticas, y estos resultados son estables desde el principio hasta el final del año. Sin embargo, un estudio con niños chinos ha demostrado que RAN correlaciona significativamente con la fluidez aritmética y que estas correlaciones son independientes de si los estímulos son símbolos, dígitos o letras ([Cui, Georgiou, Zhang, Li, y Shu, 2017](#)).

En resumen, los hallazgos anteriores muestran que existe una relación entre las habilidades numéricas, MT y RAN en los niños con desarrollo típico, y que la misma relación se encuentra en los niños con DEAM. A pesar del acuerdo con respecto a la asociación entre los factores, existen múltiples inconsistencias en los resultados, derivadas de la naturaleza multidimensional de los constructos de MT y RAN, y la naturaleza de las habilidades matemáticas en las que se estudia su influencia. En la presente investigación, dado que las tareas numéricas seleccionadas no requieren un nivel alto de procesamiento visoespacial, el interés se ha centrado en el bucle fonológico y el componente ejecutivo central de MT. Con respecto a las tareas de RAN, el objetivo principal es estudiar RAN alfanumérica con la intención de discernir si existe un efecto diferenciador entre RAN-Dígitos y RAN-Letras en el desarrollo típico y atípico de las habilidades numéricas. Además, se examina este asunto durante las primeras etapas de la adquisición de habilidades numéricas básicas, ya que son fundamentales para el desarrollo futuro de habilidades matemáticas complejas. El estudio sigue un diseño longitudinal monitoreando el desarrollo de habilidades numéricas tres veces durante un año, con el uso de medidas CBM, en relación con el desempeño en tareas de MT y RAN. Este enfoque permite estudiar si la relación entre MT, RAN y las habilidades numéricas curriculares difiere entre los grupos en función de las diferencias iniciales en el rendimiento o en la trayectoria alcanzada durante el primer año. Por otra parte, permite comprender mejor el papel de estos predictores en el desarrollo de habilidades numéricas en niños con riesgo de desarrollar DEAM y en niños con rendimiento promedio.

## Método

### Participantes

Los participantes son 143 estudiantes de primer grado –69 niños y 74 niñas (edad,  $M = 77.96$  meses,  $DE = 4.85$ ; coeficiente intelectual [CI],  $M = 107.04$ ,  $DE = 12.55$ )— de dos escuelas particular subvencionadas de la región del Bio-bío de Chile, tipo de escuela que representa alrededor del 50% de las escuelas del país. Estas escuelas reciben fondos del Estado, así como también subvenciones privadas por parte de los padres. La muestra se divide en dos grupos según su rendimiento en la prueba estandarizada para la evaluación de la competencia matemática (EVAMAT-1) ([García Vidal, García, y González, 2013](#)). Los grupos se emparejan por sexo, edad y CI. Todos los participantes en cada uno de los grupos presentan un  $CI > 80$ . Se utiliza el percentil 30 como una puntuación de corte para EVAMAT-1, en línea con estudios anteriores ([Jordan y Hanich, 2000](#); [Geary, Hoard, Byrd-Craven, y de Soto, 2004](#)). El primer grupo

**Tabla 1**

Estadísticos descriptivos de la muestra por grupo

	riesgo-DEAM		sin-DEAM	
	M	DE	M	DE
CI	102.97	12.36	104.00	11.66
Edad	76.34	3.19	76.94	2.96
FCN-0	2.19	3.15	7.84	6.98
FCN-1	5.94	5.96	13.28	8.36
FCN-2	9.19	6.50	16.50	7.18
FNF-0	2.59	3.44	6.47	4.71
FNF-1	3.81	3.58	8.28	5.29
FNF-2	4.53	4.08	9.38	4.82
SDD	3.38	1.39	3.74	1.03
SDI	2.22	0.94	2.48	0.96
RAN-Dígitos	47.35	10.76	39.94	8.85
RAN-Letras	52.03	15.30	47.48	15.36

*Nota.* 0: inicio, 1: medio, 2: fin, FCN: fluidez en la comparación de números, FNF: fluidez número faltante, riesgo-DEAM: niños en riesgo de desarrollar dificultades de aprendizaje matemático, SDD: span verbal de dígitos directos, SDI: span verbal de dígitos inversos, sin-DEAM: niños con desempeño promedio en matemática.

**Tabla 2**

Correlaciones entre las puntuaciones en tareas ASPENS y EVAMAT-1

	FCN.0	FCN.1	FCN.2	FNF.0	FNF.1	FNF.2
EVAMAT	.554**	.571**	.605**	.578**	.640**	.650**

*Nota.* 0: inicio, 1: medio, 2: fin, FCN: fluidez en la comparación de números, FNF: fluidez número faltante.

\*\* Correlación significativa a nivel 0.01 (2 colas).

se compone de 32 niños en riesgo de DEAM (riesgo-DEAM), que logran un puntaje igual o inferior al percentil 30 en EVAMAT-1, mientras que el grupo de desarrollo típico (sin-DEAM) comprende 32 niños por encima del percentil 30 para EVAMAT-1. Los grupos (riesgo-DEAM, sin-DEAM) no presentan diferencias significativas en edad,  $F(1, 62) = .596$ ,  $p = .443$  ni CI,  $F(1, 62) = .118$ ,  $p = .733$ , y cuentan exactamente con la misma proporción de niños (12) y niñas (20) (ver [Tabla 1](#) para estadísticas descriptivas).

### Instrumentos

#### Tareas cognitivas de dominio específico

*Evaluación de la competencia de los estudiantes en el sentido numérico temprano*, ASPENS ([Clarke et al., 2012](#)). Esta prueba consta de tres medidas CBM paralelas para la detección y el monitoreo del progreso en matemáticas en el primer grado. Los niños se evalúan individualmente, con un límite de tiempo de un minuto por tarea en cada punto de tiempo. La fiabilidad interna de la medida ASPENS está en el rango considerado moderado a alto (.74-.85) ([Gersten et al., 2012](#)). Su validez predictiva en primer curso calculada a partir de las puntuaciones de inicio en las medidas de ASPENS y las puntuaciones de primavera de TerraNova 3 oscila entre .45 y .52. A pesar de no estar adaptada a los niños chilenos, ASPENS es una buena opción para el plan de estudios de primer grado de Chile. De hecho, las correlaciones entre la prueba estandarizada EVAMAT-1 y cada una de las subpruebas de ASPENS en diferentes medidas son moderadas, lo que está dentro del rango esperado (ver [Tabla 2](#)). En el presente estudio se utilizan dos tareas de ASPENS:

Fluidez en la comparación de números (FCN). La tarea consiste en una hoja que contiene 28 pares de cajas, con dos números (entre 0 y 99). Para cada pareja, el niño debe indicar qué número es el más grande.

Fluidez número faltante (FNF). La tarea consiste en una hoja que contiene 42 series numéricas ascendentes de tres números (0-99). En cada caso, el niño debe decir en voz alta el cuarto número que falta.

En ambas tareas, la medida dependiente corresponde al número de respuestas correctas en un minuto.

*Prueba para la evaluación de la competencia matemática, EVAMAT-1, versión 2.0 (García Vidal et al., 2013).* Se trata de una prueba estandarizada que se usa al final del primer grado para medir el rendimiento en matemáticas. La prueba consta de varios bloques de tareas, pero en el presente estudio se utilizan solo dos de ellos.

*Conjunto de tareas numéricas.* El conjunto de tareas incluye lo siguiente: seis ítems donde el niño debe numerar cuatro elementos de un conjunto de acuerdo con el tamaño, la altura y la cantidad; cuatro ítems de conteo en las que el niño tiene que contar objetos y asignar un valor cardinal dentro de un conjunto de cuatro opciones; siete ítems de uso de signos ( $<$ ,  $>$   $=$ ) donde el niño debe contar dos grupos de objetos y escribir el signo correspondiente; y seis ítems de comparación con cantidades continuas, en las que el niño debe marcar con una cruz donde hay más y menos agua.

*Conjunto de tareas de cálculo.* Este conjunto está compuesto por siete tareas que miden los procedimientos de cálculo, las estrategias de cálculo y el conocimiento de los conceptos utilizados en las operaciones de suma y resta, específicamente: ocho operaciones de suma y resta donde el niño debe resolverlas y escribir los resultados en una hoja de papel; trece cálculos mentales de suma y resta, en los que el niño tiene que marcar con una cruz la respuesta correcta de una lista de cuatro opciones; cinco elementos de descomposición aditiva de números, donde el niño debe dibujar una flecha que vincule adiciones con el resultado correcto; cinco elementos de identificación de números, donde el niño debe rodear con un círculo el número más pequeño y luego escribir el antecesor y sucesor; cinco elementos de descomposición en decenas y unidades, en los que el niño tiene que dibujar una flecha para conectar cada número con sus decenas y unidades correspondientes; y cinco elementos de uso del número ordinal, donde el niño tiene que dibujar una flecha para vincular a cada niño en una carrera con su posición correspondiente (del primero al sexto).

Tanto para las tareas de números como para las tareas de cálculo la puntuación se genera a partir del número de respuestas correctas en un minuto, y se convierte en percentiles de acuerdo con las normas de estandarización de la prueba. El alfa de Cronbach es .88 para el conjunto de tareas numéricas y .92 para el conjunto de tareas de cálculo.

#### *Tareas cognitivas de dominio general*

*Prueba de inteligencia no verbal (Escala 1, Forma A) (Cattell y Cattell, 1989).* En esta prueba se le pide al niño que reconozca patrones, que razone y que resuelva problemas. Los autores realizan la adaptación al español. La fiabilidad obtenida por el método de las mitades divididas es de .86 y se informa de un coeficiente de correlación de .68 con los puntajes de la prueba de habilidades mentales primarias (TEA-1) (Seisdedos, de la Cruz, Cordero, y González, 1991).

*Denominación automatizada rápida (RAN).* Esta prueba se basa en la técnica de Denckla y Rudel (1976). El niño debe nombrar los estímulos presentados en una matriz de cinco filas y diez columnas. En el presente estudio solo se utilizan las tareas de denominación en serie para letras y dígitos. RAN-letras y RAN-dígitos proporcionan un alto grado de fiabilidad test-retest:  $r = .90$  y  $r = .92$ , respectivamente (Wolf y Denckla, 2005). La puntuación se registra en función del tiempo dedicado a la lectura de los estímulos.

*Subtest de memoria.* Se administran las tareas de span de dígitos en orden directo (SDD) e inverso (SDI) de la Escala de Inteligencia para Niños de Wechsler (WISC-IV) (Wechsler, 2003). En la subprueba de span de dígitos directos se le pide al niño que repita una lista de dígitos a una velocidad de un dígito por segundo, en el mismo orden en que son presentados por el examinador. En la

subprueba de span de dígitos inverso se pide al niño que realice la verbalización de los dígitos en orden inverso. El alfa de Cronbach es .73 para el intervalo de dígitos directos y .72 para las tareas de intervalo de dígitos inversos. La puntuación equivale al número de respuestas correctas en cada subprueba. El intervalo de dígitos directos se usa como un indicador del bucle fonológico, y el intervalo de dígitos inversos como un indicador de la función ejecutiva central (p. ej., Toll y van Luit, 2013).

#### *Procedimiento*

El estudio se aprueba por el Comité de Ética de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Los formularios de consentimiento y asentimiento se envían a los padres antes de que comience el estudio. Los padres firman los formularios de consentimiento y los niños firman (escriben su nombre) en los formularios de asentimiento. El estudio se realiza en una sala silenciosa en cada escuela. Las pruebas se administran por separado y en orden fijo durante tres rondas diferentes de evaluación, cada una de las cuales se realiza con una diferencia de aproximadamente tres meses. La primera ronda se desarrolla en mayo, la segunda en septiembre y la tercera en diciembre, al final del año escolar. Cada una de las tres rondas de evaluación incluye un conjunto de medidas CBM; sin embargo, la tercera ronda incluye dos conjuntos adicionales de pruebas. La primera de ellas corresponde a las tareas cognitivas (las pruebas de intervalo de dígitos hacia delante y hacia atrás y las tareas RAN alfanuméricas) y el conjunto final corresponde a la prueba EVAMAT-1. Cada niño se examina individualmente por un examinador graduado capacitado.

#### *Análisis de datos*

Se realizan análisis de curva de crecimiento (Mirman, 2014) para evaluar el desarrollo de la puntuación de los niños en la tarea de fluidez de comparación numérica (FCN) y fluidez de número faltante (FNF) en el transcurso de un año académico, tomando tres medidas, cada una separada por un período de tres meses. El intercepto en los modelos representa el valor medio de cada grupo en el punto de inicio, en este caso, en la primera evaluación, mientras que la pendiente indica la tasa de crecimiento lineal promedio a lo largo del tiempo. Se plantean todos los modelos de curva de crecimiento con efecto aleatorio para los participantes. Los análisis se realizan en tres etapas. Primero se calculan dos modelos (uno para cada tarea) con Grupo (riesgo-DEAM, sin-DEAM) y Tiempo (inicio: 0, medio: 1, fin: 2) como factores, sin covariables. Luego, para ver los efectos de las covariables de interés, se ejecutan dos nuevos modelos (uno para cada tarea). Cada uno de estos nuevos modelos contiene RAN-Letras, RAN-Dígitos, SDD y SDI como covariables invariantes en el tiempo, incluida la interacción de cada covariable con Grupo y Tiempo. Finalmente, se compara cada uno de los modelos completos con cada uno de los modelos simplificados utilizando la función ANOVA en R (R Core Team, 2016) y ULLRToolbox (Hernández y Betancort, 2016).

#### **Resultados**

Los dos modelos sin covariables muestran un efecto significativo de Grupo y Tiempo, pero no una interacción entre los factores. Esto significa que ambos grupos crecen a una tasa de cambio similar en FCN (riesgo-DEAM = 3.50; sin-DEAM = 4.33) y FNF (riesgo-DEAM = .97; sin-DEAM = 1.45) pero con diferencias al comienzo tanto para FCN (riesgo-DEAM = 2,27; sin-DEAM = 8,21) como para FNF (riesgo-DEAM = 2,68; sin-DEAM = 6,59) (ver Tablas 3 y 4).



**Tabla 3**  
Pruebas de relación de probabilidad que comparan los modelos completos y los modelos simplificados en las tareas FCN y FNF

	<i>gl</i>	AIC	BIC	log-Max.verosimilitud	$\chi^2$	<i>gl</i> $\chi^2$	<i>p</i>
<i>FCN</i>							
Modelo simplificado	16	1092.00	1143.00	-530.00			
Modelo completo	24	1103.00	1181.00	-528.00	4.34	8	0.83
<i>FNF</i>							
Modelo simplificado	16	961.00	1013.00	-465.00			
Modelo completo	24	973.00	1051.00	-463.00	4.04	8	0.85

Nota. FCN: fluidez en la comparación de números, FNF: fluidez número faltante.

**Tabla 4**  
Resultados de curvas de crecimiento para efectos en NC

	Estimado	SE	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>Modelo 1</i>				
Intercepto	2.27	1.00	2.27	.003
Pendiente	3.50	1.41	4.20	.000
Intercepto en sin-DEAM	5.94	.41	8.56	.000
Pendiente en sin-DEAM	.83	.59	1.43	.155
<i>Modelo 2</i>				
Intercepto	2.74	63.32	2.86	.005
Pendiente	3.96	118.38	4.12	.000
Intercepto en sin-DEAM	5.53	63.32	9.91	.000
Pendiente en sin-DEAM	.39	118.38	-.10	.474
RAN-Letras	-.01	63.32	1.58	.917
RAN-Letras × Tiempo	-.02	118.38	.72	.530
RAN-Letras × Grupo	-.20	63.32	-2.30	.025
RAN-Letras × Grupo × Tiempo	-.04	118.38	-.32	.231
SDI	1.62	63.32	2.50	.112
SDI × Tiempo	1.07	118.38	-.63	.014
SDI × Grupo	-.45	63.32	-2.53	.750
SDI × Grupo × Tiempo	-1.49	118.38	-1.20	.013

Nota. SDI: span verbal de dígitos inversos.

Cuando se introducen RAN-Letras, RAN-Dígitos, SDD y SDI como covariables invariantes en el tiempo, los resultados de estos modelos muestran que RAN-Dígitos y SDD no tienen efectos principales significativos o marginalmente significativos, ni interacciones en ninguna de las tareas. Por lo tanto, se eliminan las dos covariables no significativas y se ejecuta un nuevo modelo simplificado para cada tarea, con solo RAN-Letras y SDI como covariables. Al comparar los modelos completos con los modelos simplificados los resultados indican que no hay diferencias significativas entre ellos para ninguna de las tareas; sin embargo, los modelos simplificados obtienen una bondad de ajuste ligeramente mayor (según lo evaluado por el Criterio de Información Akaike, AIC, y el

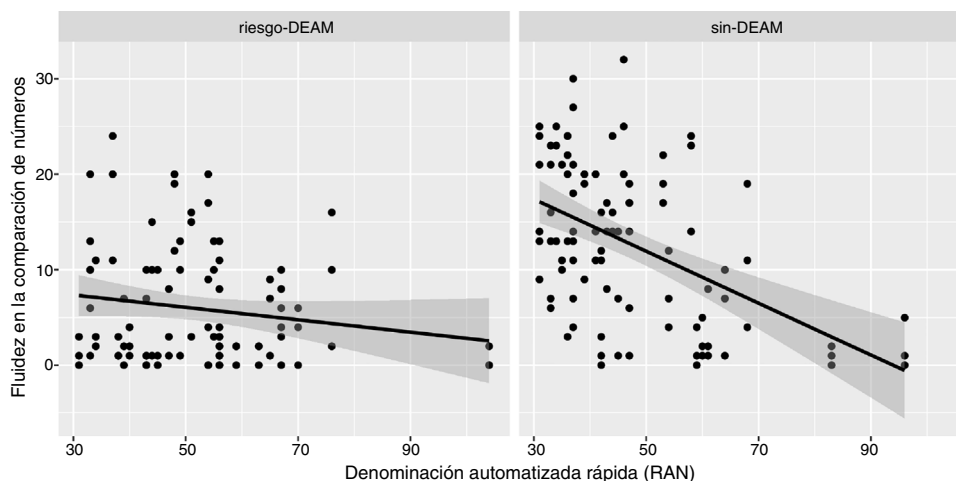
Criterio de Información Bayesiano, BIC) y un mejor índice logarítmico de máxima verosimilitud. Por esta razón, se opta por informar los modelos simplificados, pues son los más parsimoniosos.

#### Tarea FCN

El modelo 2 muestra los resultados cuando las covariables invariantes en el tiempo, RAN-Letras y SDI y sus interacciones con Tiempo y Grupo se agregan al modelo (Tabla 4). En este modelo, el efecto principal de RAN-Letras no es significativo en FCN. La interacción de RAN-Letras × Grupo es significativa: cuando el tiempo en RAN-Letras disminuye, las puntuaciones en FCN aumentan para los niños sin-DEAM, pero no para los niños riesgo-DEAM (Figura 1). SDI no tiene una influencia significativa en FCN, y la interacción de SDI × Grupo tampoco es significativa. Sin embargo, hay una interacción significativa entre SDI × Grupo × Tiempo, que revela que si bien las puntuaciones de FCN aumentan en los niños sin-DEAM con el tiempo, independientemente de la puntuación de SDI, los niños riesgo-DEAM solo muestran un aumento en la tasa de crecimiento de las puntuaciones de FCN cuando alcanzan al menos un span de 2 dígitos en la tarea SDI (Figura 2).

#### Tarea FNF

El modelo 2 muestra los resultados cuando las covariables invariantes en el tiempo, RAN-Letras y SDI y sus interacciones con Tiempo y Grupo, se agregan al modelo (Tabla 5). Al igual que con FCN, el efecto principal de RAN-Letras no es significativo en FNF. La interacción de RAN-Letras × Grupo es significativa, es decir, cuando el tiempo en RAN-Letras disminuye, las puntuaciones de FNF aumentan para los niños sin-DEAM, pero no para los niños en riesgo-DEAM (Figura 3). SDI tiene una influencia significativa en la puntuación de FNF, y la interacción de SDI × Grupo × Tiempo



**Figura 1.** Efecto de interacción entre RAN-Letras y Grupo en FCN.

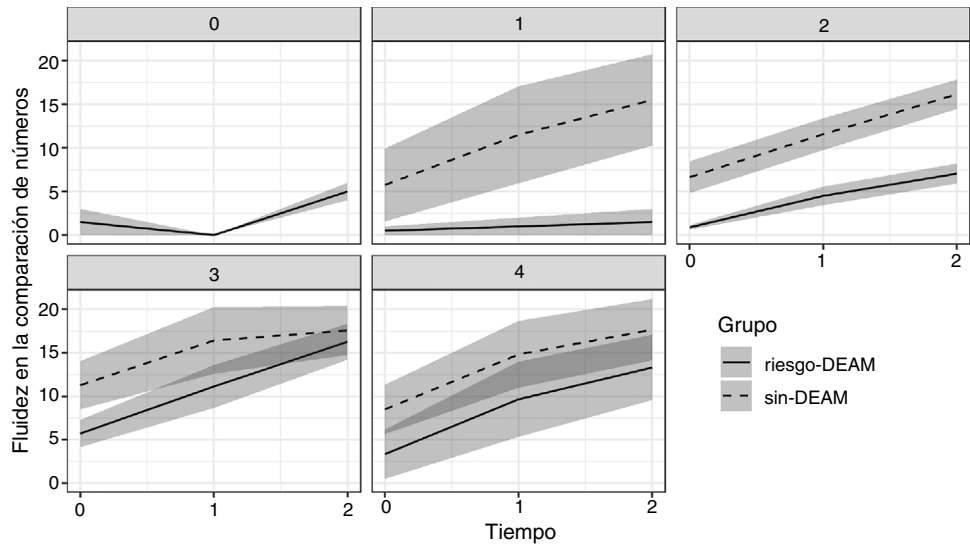


Figura 2. Efecto de interacción entre SDI, Grupo y Tiempo en FCN.

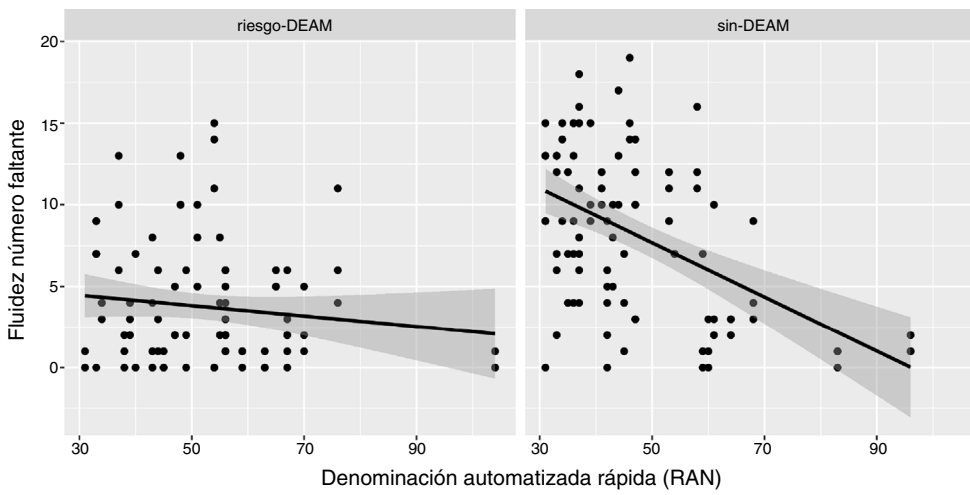


Figura 3. Efecto de interacción entre RAN-Letras y Grupo en FNF.

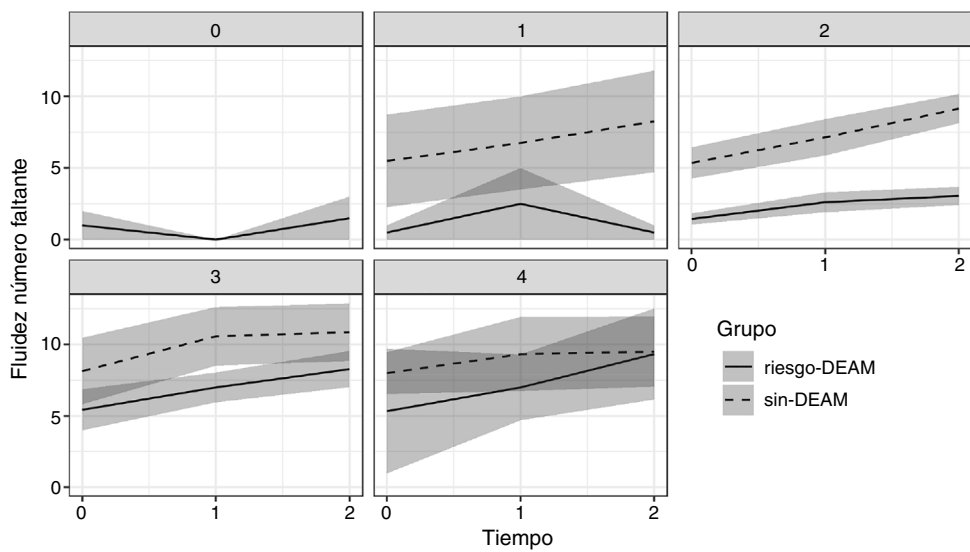


Figura 4. Efecto de interacción entre SDI, Grupo y Tiempo en FNF.

**Tabla 5**  
Resultados de curvas de crecimiento para efectos en FNF

	Estimado	SE	t	p
<i>Modelo 1</i>				
Intercepto	2.68	.72	3.70	.000
Pendiente	.97	.28	3.42	.000
Intercepto en sin-DEAM-grupo	3.91	1.02	3.82	.001
Pendiente en sin-DEAM	.48	.40	1.21	.232
<i>Modelo 2</i>				
Intercepto	3.12	.71	4.37	.000
Pendiente	1.17	.30	3.84	.000
Intercepto en AG	3.51	.98	3.58	.001
Pendiente en AG-grupo	.30	.42	.73	.469
RAN-Letras	.02	.05	.33	.741
RAN-Letras × Tiempo	-.01	.02	-.69	.495
RAN-Letras × Grupo	-.15	.06	-2.35	.022
RAN-Letras × Grupo × Tiempo	-.01	.03	-.42	.679
SDI	1.72	.76	2.26	.028
SDI × Tiempo	.44	.32	1.37	.177
SDI × Grupo	-.68	1.04	-.65	.516
SDI × Grupo v Tiempo	-.83	.45	-1.86	.068

Nota. SDI: span verbal de dígitos inversos.

es marginalmente significativa ( $p = .068$ ). La *Figura 4* indica que, al igual que con FCN, mientras las puntuaciones de FNF aumentan en los niños sin-DEAM a lo largo del tiempo, independientemente de la puntuación de SDI, los niños en riesgo-DEAM solo muestran un aumento en la tasa de crecimiento de las puntuaciones de FCN cuando alcanzan un nivel alto de SDI.

## Discusión

El objetivo de esta investigación se ha centrado en examinar el efecto de MT y RAN en el desarrollo de habilidades numéricas básicas en las primeras etapas del aprendizaje, con el uso de CBM en niños con desarrollo típico y niños en riesgo de desarrollar DEAM. A día de hoy son pocos los estudios con datos longitudinales disponibles sobre el desarrollo de habilidades en niños con DEAM.

En primer lugar se analiza la tasa de crecimiento de niños sin-DEAM y en riesgo-DEAM en las tareas de sentido numérico (FCN y FNF). Los resultados muestran diferencias entre los grupos en el intercepto de ambas medidas; sin embargo, no hay diferencias en su tasa de crecimiento, por lo que las diferencias iniciales se mantienen estables durante todo el año. Estos resultados son consistentes con hallazgos previos en los que se han observado diferencias en el rendimiento entre niños con riesgo de DEAM y niños con desarrollo típico cuando comparan magnitudes simbólicas (De Smedt y Gilmore, 2011; Piazza et al., 2010; Mussolin, Mejias, y Noël, 2010). Esto puede explicarse por la hipótesis de déficit del sentido numérico que afirma que el déficit central de la discalculia del desarrollo (DD) radica en la incapacidad de procesar magnitudes (Dehaene, 1997; Kaufmann y von Aster, 2012). Al igual que en estudios anteriores, las diferencias entre niños sin-DEAM y en riesgo-DEAM se confirman en el presente estudio; sin embargo, estas diferencias se mantienen estables durante todo el período de evaluación, lo que coincide solo parcialmente con las investigaciones anteriores. Por ejemplo, Jordan, Hanich y Kaplan (2003) evaluaron a niños con bajas y altas habilidades aritméticas en segundo y tercer grado. Los resultados mostraron que las diferencias entre los dos grupos en dominios cognitivos específicos, incluida la recuperación de hechos, aumenta con el tiempo, mientras que otras, como las de habilidades matemáticas generales, se mantienen estables. Es preciso señalar que en ese estudio se evaluó a niños mayores en tareas matemáticas más complejas que en el presente estudio, por lo que esto podría explicar las diferencias entre ambos trabajos.

## Relación entre memoria de trabajo y desarrollo numérico

Un hallazgo interesante en el presente estudio es que la tasa de crecimiento de los grupos riesgo-DEAM y sin-DEAM varía cuando se agregan covariables al modelo. Sin embargo, no todas las covariables presentan un efecto significativo en la tasa de crecimiento. Con respecto a MT, por ejemplo, los resultados indican que el SDD (componente de bucle fonológico) no contribuye al crecimiento de habilidades numéricas, a diferencia del SDI (componente ejecutivo), cuya contribución es significativa al diferenciar las trayectorias de los grupos riesgo-DEAM y sin-DEAM. De este hallazgo se pueden derivar dos aspectos relevantes. Primero, el resultado actual es consistente con las investigaciones anteriores que indican que las tareas numéricas básicas, a pesar de no ser procesos complejos, están relacionadas con MT (Ansari, 2008; Morsanyi, Devine, Nobes, y Szucs, 2013). Segundo, la contribución del SDI al procesamiento numérico podría explicarse en base al tipo de tarea numérica empleada en el estudio. Por lo tanto, el rendimiento en tareas simbólicas como FCN y FNF requiere procesar números que deben codificarse, interpretarse y manipularse simultáneamente (Kolkman, Hoijtink, Kroesbergen, y Leseman, 2013), lo que implica una gran demanda en el componente ejecutivo. Los resultados actuales están en línea con investigaciones anteriores que señalan que el componente ejecutivo es el componente clave para identificar las diferencias entre las trayectorias de crecimiento de los niños en riesgo-DEAM y los niños sin-DEAM (Geary, 2011; Geary, Hoard, Nugent, y Bailey, 2012; Kolkman et al., 2014). Fundamentalmente, se encuentra que el SDI afecta la tasa de crecimiento de los grupos de manera desigual. En particular, el SDI no afecta la tasa de crecimiento de las tareas de sentido numérico para los niños sin-DEAM, pero es clave para los niños en riesgo-DEAM, probablemente debido a los recursos de MT necesarios para mejorar sus habilidades numéricas a lo largo del tiempo. Esto se puede explicar en términos de automaticidad de las habilidades numéricas básicas. Los niños con un rendimiento promedio en primer grado presentan un conocimiento más avanzado del número que aquellos con DEAM, por lo que son más fluidos manejando diferentes códigos numéricos y operando con ellos. Esto implica que sus demandas de control ejecutivo sean particularmente bajas (Cantlon et al., 2009), lo cual es diametralmente opuesto al caso de los niños con DEAM, que no parecen haber adquirido la automatización de las operaciones con números y, por lo tanto, deben implementar otros tipos de estrategias que requieren mayor control ejecutivo.

## Relación entre RAN y desarrollo numérico

Como se indica anteriormente, RAN podría ser un predictor de habilidades numéricas tempranas (Cui et al., 2017; Georgiou et al., 2013). Los hallazgos del presente estudio indican que el desempeño en RAN-Letras contribuye significativamente al desempeño de los grupos en ambas tareas CBM administradas, a diferencia de RAN-Dígitos, cuyo efecto en las tareas no es significativo. Este resultado no está en la línea con los hallazgos anteriores (Van der Sluis, de Jong, y van der Leij, 2004; Pauly et al., 2011). En este trabajo se considera que la recuperación de números arábigos puede requerir, desde una etapa temprana, una ruta de acceso exclusivamente fonológica, mientras que las letras podrían estar mediadas por otras representaciones, ya sea ortográficas o incluso representaciones conceptuales, que se activan durante el acceso a las representaciones fonológicas. De hecho, se ha demostrado que en las primeras etapas de desarrollo la asociación entre los códigos alfanuméricos es débil, pero progresivamente ambas rutas se integran en una sola red alfanumérica de acceso al léxico (Van den Bos, Zijlstra, y Spelberg, 2002). La evidencia para esta declaración también se puede encontrar en estudios de neuroimagen, donde se han

informado diferencias neuronales para el reconocimiento visual de letras y números (Park, Hebrank, Polk, y Park, 2012).

Se encuentra que RAN-Letras no contribuye significativamente al desarrollo de habilidades numéricas. Sin embargo, tiene efectos diferenciales en las habilidades numéricas de niños sin-DEAM y en riesgo-DEAM. Los resultados muestran que a medida que disminuye el tiempo de RAN-Letras aumenta el rendimiento de las habilidades numéricas, pero solo para el grupo sin-DEAM. Esto puede deberse al nivel de automatización desarrollado por los niños sin-DEAM para realizar ambas tareas, y que los niños en riesgo-DEAM no han desarrollado todavía. Vale la pena enfatizar que RAN mide el grado de automatización durante la recuperación de etiquetas fonológicas a partir de un estímulo simbólico. En este sentido, la ejecución de las tareas numéricas propuestas requiere, al menos en parte, un ejercicio similar. Se propone en este estudio que los niños en riesgo-DEAM no disponen de una representación analógica adecuada del número, por lo que no pueden realizar tareas numéricas con el grado de automatización esperado; en su lugar, necesitan utilizar estrategias alternativas que requieren un uso más intensivo de otros mecanismos, como MT.

Si bien los resultados son concluyentes al resaltar que ciertos componentes de MT son relevantes para el desarrollo de habilidades numéricas, una posible limitación del trabajo es que se ha empleado solo una tarea para medir el control ejecutivo y otra para el bucle fonológico, lo que hace difícil representar completamente el constructo de MT. Otro aspecto que podría ser cuestionable es que las tareas de MT que se utilizan requieren el manejo de dígitos cuyo procesamiento puede superponerse con el de las tareas numéricas. Los estudios futuros deben tener esto en cuenta para desentrañar posibles confusiones y evaluar más ampliamente la contribución de MT a la predicción de las habilidades matemáticas típicas y atípicas.

## Conclusiones

En esta investigación se plantea que las habilidades de dominio general y de dominio específico son importantes para la identificación de niños con riesgo de DEAM. Los hallazgos de este estudio sugieren que la participación conjunta de ambos dominios es el enfoque correcto para comprender la adquisición, así como el desarrollo típico y atípico de las habilidades numéricas. Estos hallazgos representan además una contribución para la detección y la intervención temprana, lo que sugiere que tanto RAN-Letras como SDI deben incluirse como parte de los protocolos de detección temprana de DEAM. Particularmente relevante es la medición del componente ejecutivo central, debido a su participación en el desarrollo de tareas numéricas que no están automatizadas, especialmente en el caso de niños en riesgo de DEAM. En la misma línea, sería apropiado llevar a cabo intervenciones que pongan a prueba aspectos relacionados con habilidades básicas de dominio específico (sentido numérico) y general (RAN y MT) en paralelo, para comprender de mejor forma el efecto de ambas dimensiones en el desarrollo de habilidades aritméticas más complejas, así como su efecto en la configuración de los perfiles de DEAM.

## Financiación

Esta investigación ha sido financiada por CONICYT-Chile [FONDACYT REGULAR N° 1161213] y el Ministerio Español de Economía y Competitividad [Programa Ramón y Cajal, RYC-2014-16948].

## Referencias

Ansari, D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(4), 278–291. <http://dx.doi.org/10.1038/nrn2334>

- Aragón, E. L., Navarro, J. I., Aguilar, M., y Cerda, G. (2015). Cognitive predictors of 5-year-old students' early number sense. *Revista de Psicodidáctica*, 20(1), 83–97. <http://dx.doi.org/10.1387/RevPsicodidact.11088>
- Butterworth, B., Varma, S., y Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332(6033), 1049–1053. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1201536>
- Canlon, J. F., Libertus, M. E., Pinel, P., Dehaene, S., Brannon, E. M., y Pelphey, K. A. (2009). The neural development of an abstract concept of number. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(11), 2217–2229. <http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2008.21159>
- Cattell, R. B., y Cattell, A. K. S. (1989). *Test de Factor "g". Escala 1 and 2.* (Seisdedos, De La Cruz, Cordero, y González, 1991). Madrid: T.E.A. Ediciones (Originally published in 1950).
- Chu, F. W., vanMarle, K., y Geary, D. C. (2016). Predicting children's reading and mathematics achievement from early quantitative knowledge and domain-general cognitive abilities. *Frontiers in Psychology*, 7, 1–14. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00775>
- Cirino, P. T., Fuchs, L. S., Elias, J. T., Powell, S. R., y Schumacher, R. F. (2015). Cognitive and mathematical profiles for different forms of learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 48(2), 156–175. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219413494239>
- Clarke, B., Doabler, C. T., Smolkowski, K., Baker, S. K., Fien, H., y Strand Cary, M. (2016). Examining the efficacy of a Tier 2 kindergarten mathematics intervention. *Journal of Learning Disabilities*, 49(2), 152–165. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219414538514>
- Clarke, B., Gersten, R., Dimino, J., y Rolfhus, E. (2012). *Assessing Student Proficiency in Early Number Sense (ASPEMS) [Measurement instrument]*. Longmont, CO: Cambium Learning Group.
- Clarke, B., y Shinn, M. R. (2004). A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum-based measurement. *School Psychology Review*, 33(2), 234.
- Cowan, R., y Powell, D. (2014). The contributions of domain-general and numerical factors to third-grade arithmetic skills and mathematical learning disability. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 214–229. <http://dx.doi.org/10.1037/a0034097>
- Cui, J., Georgiou, G. K., Zhang, Y., Li, Y., y Shu H. (2017). Examining the relationship between rapid automatized naming and arithmetic fluency in Chinese kindergarten children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 154, 146–163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2016.10.008>
- Cummings, K. D., y Petscher, Y. (2015). *The Fluency Construct: Curriculum-Based Measurement Concepts and Applications*. New York: Springer., <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2803-3>.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: how the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Denckla, M. B., y Rudel, R. G. (1976). Rapid 'automatized' naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14, 471–479. [http://dx.doi.org/10.1016/0028-3932\(76\)90075-0](http://dx.doi.org/10.1016/0028-3932(76)90075-0)
- De Smedt, B., y 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2010.09.003>
- Donker, M., Kroesbergen, E., Slot, E., van Viersen, S., y de Bree, E. (2016). Alphanumeric and non-alphanumeric Rapid Automatized Naming in children with reading and/or spelling difficulties and mathematical difficulties. *Learning and Individual Differences*, 47, 80–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2015.12.011>
- Foegen, A., Jiban, C., y Deno, S. (2007). Progress monitoring measures in mathematics: A review of the literature. *The Journal of Special Education*, 41(2), 121–139. <http://dx.doi.org/10.1177/00224669070410020101>
- Fuchs, D., y Fuchs, L. S. (2006). Introduction to response to intervention: What, why, and how valid is it? *Reading Research Quarterly*, 41(1), 93–99. <http://dx.doi.org/10.1598/RRQ.41.1.4>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., y Compton, D. L. (2012). The early prevention of mathematics: Its power and limitations. *Journal of Learning Disabilities*, 45(3), 257–269. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219412442167>
- García Vidal, J., García, B., y González, D. (2013). *EVAMAT - Prueba para la evaluación de la competencia matemática*. Madrid: EOS.
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539. <http://dx.doi.org/10.1037/a0025510>
- Geary, D. C. (2013). Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities. *Current Directions in Psychological Science*, 22(1), 23–27. <http://dx.doi.org/10.1177/0963721412469398>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., y de Soto, M. C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 121–151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2004.03.002>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., y Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78(4), 1343–1359. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., y Bailey, D. H. (2012). *Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: A five-year prospective study*. *Journal of Educational Psychology*, 104(1), 206–223. <https://doi.org/10.1037/a0025398>
- Georgiou, G. K., Tziraki, N., Manolitsis, G., y Fella, A. (2013). Is rapid automatized naming related to reading and mathematics for the same reason(s)? A



- follow-up study from kindergarten to grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(3), 481–496. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2013.01.004>
- Gersten, R., Clarke, B., Jordan, N. C., Newman-Gonchar, R., Haymond, K., y Wilkins, C. (2012). Universal screening in mathematics for the primary grades: Beginnings of a research base. *Exceptional Children*, 78(4), 423–445. <http://dx.doi.org/10.1177/001440291207800403>
- Henry, L., y MacLean, M. (2003). Relationships between working memory, expressive vocabulary and arithmetical reasoning in children with and without intellectual disabilities. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 51–63.
- Hernández, J. A., y Betancort M. (2016). ULLRtoolbox [consultado 10 Sep 2017]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/ullrtoolbox/>.
- Hinton, V., Flores, M. M., y Shippen, M. (2014). Response to intervention and math instruction. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 190–201. Disponible en: <http://dergipark.gov.tr/ijemst/issue/8002/105086>.
- Jiménez, J. E., y de León, S. D. 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. <http://dx.doi.org/10.30552/ejihpe.v7i1.193>
- Jordan, N. C., y Hanich, L. B. (2000). Mathematical thinking in second-grade children with different forms of LD. *Journal of Learning Disabilities*, 33(6), 567–578. <http://dx.doi.org/10.1177/002221940003300605>
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., y Kaplan, D. (2003). Arithmetic fact mastery in young children: A longitudinal investigation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85(2), 103–119. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0965\(03\)00032-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0965(03)00032-8)
- Kaufmann, L., y von Aster, M. (2012). The diagnosis and management of dyscalculia. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109(45), 767–777, discusión 778 <https://doi.org/10.3238/>.
- Kolkman, M. E., Hoijsink, H. J., Kroesbergen, E. H., y Leseman, P. P. (2013). The role of executive functions in numerical magnitude skills. *Learning and Individual Differences*, 24, 145–151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2013.01.004>
- Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., y Leseman, P. P. (2014). Involvement of working memory in longitudinal development of number – magnitude skills. *Infant and Child Development*, 23(1), 36–50. <https://doi.org/10.1002/icd.1834>.
- Landerl, K., y Wimmer, H. (2008). Development of word reading fluency and spelling in a consistent orthography: An 8-year follow-up. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 150–161. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.150>
- Lembke, E., y Foegen, A. (2009). Identifying early numeracy indicators for Kindergarten and first grade students. *Learning Disabilities Research y Practice*, 24(1), 12–20. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5826.2008.01273.x>
- Locuniak, M. N., y Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities*, 41(5), 451–459. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219408321126>
- Mazzocco, M. M. M., y Grimm, K. J. (2013). Growth in rapid automatized naming from grades K to 8 in children with math or reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46(6), 517–533. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219413477475>
- Mazzocco, M. M. M., y Rasanen, P. (2013). Contributions of longitudinal studies to evolving definitions and knowledge of developmental dyscalculia. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(2), 65–73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tine.2013.05.001>
- Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S. S., Geary, D. C., y Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 101–109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2009.08.004>
- Mirman, D. (2014). *Growth curve analysis and visualization using R*. Florida, USA: Chapman y Hall/CRC.
- Morsanyi, K., Devine, A., Nobes, A., y Szucs, D. (2013). The link between logic, mathematics and imagination: Evidence from children with developmental dyscalculia and mathematically gifted children. *Developmental Science*, 16(4), 542–553, <https://doi.org/10.1111/desc.12048>.
- Mussolin, C., Mejias, S., y Noël, M. P. (2010). Symbolic and nonsymbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition*, 115(1) <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2009.10.006>
- Park, J., Hebrank, A., Polk, T. A., y Park, D. C. (2012). Neural dissociation of number from letter recognition and its relationship to parietal numerical processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(1), 39–50. <http://dx.doi.org/10.1162/jocn.a.00085>
- Passolunghi, M. C., y Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88(4), 348–367. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2004.04.002>
- Pauly, H., Linkersdörfer, J., Lindberg, S., Woerner, W., Hasselhorn, M., y Lonnermann, J. (2011). Domain-specific Rapid Automatized Naming deficits in children at risk for learning disabilities. *Journal of Neurolinguistics*, 24(5), 602–610. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jneuroling.2011.02.002>
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., y Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455–473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>.
- Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A. N., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D. ... Zorzi, M. (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition*, 116(1), 33–41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2010.03.012>
- Presentación-Herrero, M. J., Mercader-Ruiz, J., Siegenthaler-Hierro, R., Fernández-Andrés, I., y Miranda-Casas, A. (2015). Funcionamiento ejecutivo y motivación en niños de educación infantil con riesgo de dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista de Neurología*, 60(1), 81–85.
- R Core Team (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria [consultado 10 Sep 2017]. Disponible en: <https://www.r-project.org/>.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., y Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 110–122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.005>
- Rasmussen, C., y Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(2), 137–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.004>
- Rodríguez, C., y Jiménez, J. E. (2016). What cognitive and numerical skills best define learning disabilities in mathematics? / ¿Qué habilidades cognitivas y numéricas definen mejor las dificultades de aprendizaje en matemáticas? *Estudios de Psicología*, 37(1), 115–134. <http://dx.doi.org/10.1080/02109395.2015.1129825>
- Rodríguez, C., van den Boer, M., Jiménez, J. E., y de Jong, P. F. (2015). Developmental changes in the relations between RAN, phonological awareness, and reading in Spanish children. *Scientific Studies of Reading*, 19(4), 273–288. <http://dx.doi.org/10.1080/10888438.2015.1025271>
- Seisdedos, N., de la Cruz, M. V., Cordero, A., y González, M. (1991). *Test de Aptitudes Escolares*. Madrid: TEA.
- Simmons, F. R., y Singleton, C. (2008). Do weak phonological representations impact on arithmetic development? A review of research into arithmetic and dyslexia. *Dyslexia*, 14(2), 77–94. <https://doi.org/10.1002/dys.341>.
- Tobia, V., Bonifacci, P., y Marzocchi, G. M. (2016). Concurrent and longitudinal predictors of calculation skills in preschoolers. *European Journal of Psychology of Education*, 31(2), 155–174. <http://dx.doi.org/10.1007/s10212-015-0260-y>
- Toll, S. W., y van Luit, J. E. (2013). The development of early numeracy ability in kindergartners with limited working memory skills. *Learning and Individual Differences*, 25, 45–54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2013.03.006>
- Toll, S. W. M., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., y van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 521–532. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219410387302>
- Träff, U. (2013). The contribution of general cognitive abilities and number abilities to different aspects of mathematics in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116(2), 139–156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2013.04.007>
- Träff, U., Olsson, L., Östergren, R., y Skagerlund, K. (2017). Heterogeneity of developmental dyscalculia: Cases with different deficit profiles. *Frontiers in Psychology*, 7(2000) <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2016.02000>
- Van den Bos, K. P., Zijlstra, B. J. H., y Spelberg, H. C. (2002). Life-span data on continuous-naming speeds of numbers, letters, colors, and pictured objects, and word-reading speed. *Scientific Studies of Reading*, 6, 25–49. [http://dx.doi.org/10.1207/S1532799XSSR0601\\_02](http://dx.doi.org/10.1207/S1532799XSSR0601_02)
- Van der Sluis, S., de Jong, P. F., y van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 239–266. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2003.12.002>
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children (4th ed. (WISC-IV))*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wolf, M., y Denckla, M. B. (2005). *Rapid Automatized Naming and Rapid Alternating Stimulus Tests (RAN/RAS)*. Austin: PRO-ED.
- Xenidou-Dervou, I., van Luit, J. E., Kroesbergen, E. H., Friso-van den Bos, I., Jonkman, L. M., van der Schoot, M., y van Lieshout, E. C. (2018). Cognitive predictors of children's development in mathematics achievement: A latent growth modeling approach. *Developmental Science*, <http://dx.doi.org/10.1111/desc.12671>, e12671