



**Evaluación de la Contribución de las Capacidades Numéricas Básicas y de la Memoria de Trabajo al Rendimiento Aritmético en Niños de Edad Escolar.**

**Trabajo de Fin Magíster para optar al Título de Magíster en Neurociencias por Felipe Covarrubias Díaz, bajo la dirección de Dra. Danilka Castro Cañizares.**

**En Santiago, Chile a 11 de abril del 2019**

## **Evaluación de la Contribución de las Capacidades Numéricas Básicas y de la Memoria de Trabajo al Rendimiento Aritmético en Niños de Edad Escolar.**

### **RESUMEN**

**Introducción:** Existen diversas causas y explicaciones de los mecanismos cognitivos que subyacen en los déficits de las dificultades del aprendizaje matemático. Diversos estudios han evaluado las capacidades cognitivas básicas de dominio general, coeficiente intelectual y memoria de trabajo (MT) y de dominio específico; las capacidades numéricas básicas (CNB), sin embargo, son escasos los estudios que evalúen la contribución en variables cognitivas de ambos dominios simultáneamente a la eficiencia aritmética. **Objetivo:** El presente estudio tuvo como objetivo evaluar simultáneamente la contribución única de las CNB (subitización, conteo y comparación simbólica y no-simbólica) y de los diferentes componentes de la MT (verbal y visuo-espacial) a la explicación de la varianza en el rendimiento académico en aritmética básica, en estudiantes de tercer año de Educación General Básica con y sin dificultades en aritmética básica. **Metodología:** Se evaluó, mediante pruebas computarizadas, las CNB y la memoria de trabajo de 93 niños, un grupo de 25 niños con dificultades en el rendimiento en aritmética básica (CDA) y 68 niños sin dificultades en aritmética (SDA). **Resultados:** Se encontró que la comparación simbólica y la MT visuo-espacial contribuyen significativamente a la eficiencia en aritmética básica. **Discusión:** Los resultados sustentan la hipótesis de un déficit en el acceso a las representaciones numéricas simbólicas como origen de las dificultades en el rendimiento en aritmética y evidencian que ciertas habilidades de dominio general (MT), contribuyen significativamente al desarrollo de las representaciones numéricas mentales. **Conclusiones:** Resulta interesante evaluar la capacidad predictiva de dichas variables ahondando en temáticas pedagógicas relacionadas a la evaluación e intervención en matemática.

**PALABRAS CLAVES:** Memoria de trabajo, capacidades numéricas básicas, rendimiento aritmético, dificultad del aprendizaje.

## **Evaluation of the Contribution of Basic Numerical Capacities and the Working Memory to the Arithmetic Achievement in School-Age Children.**

### **ABSTRACT**

**Introduction:** There are several causes and explanations of the cognitive mechanisms that underlie the deficits of mathematical learning difficulties. Several studies have evaluated the relations among general domain cognitive abilities (like intellectual coefficient and working memory (WM)) or cognitive abilities of specific domain; However, there are a few studies that evaluate simultaneously the contribution of cognitive variables of both domains to the arithmetic efficiency. **Aim:** The present study aims to simultaneously evaluate the unique contribution of the basic numerical capacities (BNC-subitizing, counting and symbolic and non-symbolic comparison) and the different components of WM (verbal and visual-spatial) to the explanation of the variance in academic achievement in basic arithmetic, in third-year students of Basic General Education with and without difficulties in basic arithmetic **Methodology:** A sample of 93 children was evaluated through computerized tests of BNC and working memory tasks: A group of 25 children with arithmetic learning difficulties (ALD) and 68 children without difficulties in arithmetic (NAD). **Results:** We found that the symbolic comparison and visuo-spatial WM contribute significantly to efficiency in basic arithmetic. **Discussion:** The results support the hypothesis of a deficit in the access to the symbolic numerical representations as the origin of the difficulties in the performance in arithmetic and show that certain skills of general domain (WM) contribute significantly to the development of mental numerical representations. **Conclusions:** It is interesting to evaluate the predictive capacity of these variables, delving into pedagogical issues related to assessment and intervention in mathematics.

**KEYWORDS:** Working memory, basic numerical abilities, arithmetic performance, learning difficulties.

## INTRODUCCIÓN

Una de las habilidades matemáticas requeridas en las bases curriculares en Chile durante toda la educación formal es la de resolver problemas (Ministerio de Educación [MINEDUC], 2012), los cuales siempre incluyen un razonamiento aritmético, independientemente de que la problemática se presente. Por lo tanto, la habilidad para ejecutar operaciones aritméticas es una de las destrezas académicas básicas que los estudiantes aprenden durante su trayectoria escolar y sobre la cual se desarrollan habilidades secundarias de alta demanda cognitiva, vinculadas al rendimiento académico en Matemática (p. ej., evaluar y reflexionar de acuerdo a diferentes vías de solución).

Cuando hablamos de rendimiento académico, este se entiende como un logro obtenido producto del desempeño escolar, conformado por un conjunto de factores que subyacen de manera endógena como exógena y forman parte de los procesos de cambio que impactan pedagógicamente en el estudiante (González, 2002). Numerosos estudios, han mostrado que ciertas variables externas medioambientales pueden incidir en el éxito académico. Dentro de estas variables podemos mencionar; el contexto educativo (vinculado a condiciones socioeconómicas de la escuela), las prácticas y acciones de los docentes y directivos, el nivel socioeconómico, académico, la influencia familiar durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, el ingreso al sistema escolar y la interacción entre pares (Brunner & Elacqua, 2003; Goñi, Ros, Iker, & Fernández-Lasarte, 2018; León, 2008; Pérez-Fuentes, Álvarez-Bermejo, Del Mar, Gázquez & López, 2011).

Además de las variables externas que influyen en el rendimiento académico, este también se ve mediado por variables de orden cognitivo, tanto de dominio general como específico. Las Capacidades Cognitivas Básicas (CCB) de dominio general, permiten el logro de un propósito de manera eficaz (Anderson, 2001) y cumplen un rol importante en la adquisición de múltiples aprendizajes (Portellano, Martínez & Zumárraga, 2009). Entre dichas capacidades de dominio general podrían destacarse el coeficiente intelectual (Jurecska, Lee, Chanq & Sequeira, 2011) y la memoria de trabajo (MT) (Gathercole, Pickering, Knight & Stegmann, 2004).

Las capacidades de dominio específico como su nombre lo indica, se relacionan a dominios particulares del conocimiento de la lectura o la matemática, en esta última área del dominio se reconocen como Capacidades Numéricas Básicas (CNB) (Geary, 2011).

Las CNB se refieren a la habilidad para comprender y manipular cantidades, entender los significados de los números y reconocer la estructura conceptual o representación abstracta numérica. Sobre estas CNB se desarrollan los conceptos aritméticos complejos y la utilización de estrategias para realizar procedimientos matemáticos (Berch, 2005; Locuniak & Jordan, 2008; Stelzer & Cervingi, 2011). Dentro de las CNB podemos señalar: a) la estimación instantánea de cantidades menores que cuatro (en adelante subitización, del inglés *subitizing*) referida a la capacidad de realizar juicios rápidos exactos sobre cantidades pequeñas de objetos de hasta cuatro elementos; b) el conteo (estimación exacta) referida al recuento de una secuencia numérica, c) la comparación de cantidades que puede ser simbólica (números arábigos) o no simbólica (conjunto de puntos) y se refiere a la discriminación entre cantidades (Berch, 2005; Locuniak et al., 2008).

Varias investigaciones han evaluado la relación entre el desarrollo de las CNB y las capacidades aritméticas en poblaciones de estudiantes con un desarrollo aritmético típico o atípico, con la finalidad de buscar causas y explicaciones de los mecanismos cognitivos que subyacen en los déficits de la dificultad del aprendizaje en matemática.

Respecto a la capacidades de comparación, en un meta-análisis realizado por David Geary en el año 2011, el autor caracteriza aquellos niños de bajo rendimiento aritmético como estudiantes que presentan dificultades en la comprensión y representación de la magnitud numérica (de pequeñas cantidades), déficits para recuperar hechos numéricos desde la memoria a largo plazo y en el aprendizaje de procedimientos matemáticos, producto a que presentan una menor fluidez en sus respuestas en comparación a grupos controles. Otras investigaciones han evaluado el valor predictivo de la habilidad de comparación de cantidades (simbólica y no simbólica) sobre el rendimiento aritmético posterior. Mencionaren este sentido, en un estudio realizado por Lyons, Price, Vaessen, Blomert y Ansari (2014), para identificar predictores del desempeño aritmético, los autores evaluaron las habilidades numéricas y el rendimiento aritmético básico en una muestra de 1391

escolares de 1<sup>er</sup> a 6<sup>to</sup> grado. Los resultados mostraron que, durante el 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> grado, las habilidades de comparación simbólica fueron predictivas del desempeño aritmético. Igualmente, la contribución única de la capacidad para evaluar la ordinalidad de los símbolos numéricos aumentó de manera constante a lo largo de los grados, por lo que fue considerada como predictor de éxito en aritmética en el 6<sup>to</sup> grado. Estos resultados sugieren que el procesamiento simbólico (no así el no simbólico) tiene una contribución significativa y predictiva sobre el rendimiento aritmético durante la edad escolar. De manera similar, un estudio longitudinal realizado en el año 2012 (Desoete, Ceulemans, De Weerd & Pieters, 2012) indicó que desde la enseñanza pre-escolar hasta 2<sup>do</sup> grado se mantienen los déficits en el procesamiento de la información simbólica producto de la asociación permanente entre tareas simbólicas y el rendimiento aritmético en aquellos niños con dificultades en matemáticas.

Respecto a las capacidades de subitización y conteo, en un estudio longitudinal con estudiantes evaluados desde el 3<sup>er</sup> al 5<sup>to</sup> grado escolar Reigosa-Crespo et al. (2013) señalan que la capacidad para subitizar fue significativamente mejor predictor de la fluidez en el cálculo y del desempeño curricular matemático que la habilidad de conteo. Sin embargo, en otras investigaciones con niños menores (final de pre-escolar e inicios del 1<sup>er</sup> grado de educación básica) destacan la contribución de la capacidad de conteo como predictor de la fluidez del cálculo, prediciendo habilidades para el rendimiento aritmético durante el primer ciclo de educación básica (Aguilar, Aragón & Navarro, 2015; Van Marle, Chu, Li & Geary, 2014). Por lo tanto, presentar un déficit en la habilidad del conteo podría indicar una dificultad en el aprendizaje matemático (Gersten, Jordan & Flojo, 2005).

Según lo descrito anteriormente, los resultados respecto a cuáles serían los mejores predictores del rendimiento aritmético difieren entre las investigaciones. Sin embargo, estas discrepancias pudieran deberse a los rangos de edad evaluados, o al tipo de tareas utilizadas entre las investigaciones. A pesar de las discrepancias, en diferente medida, la mayoría de los estudios concuerdan en que las CNB constituyen predictores de dominio específico que deben ser considerados para intervenir de manera particular en la adquisición de habilidades matemáticas complejas.

Como se señaló anteriormente, además de las capacidades de dominio específico, también se ha descrito que el rendimiento aritmético puede estar influenciado por capacidades de dominio general como la inteligencia y la MT.

El término de MT fue postulado por Baddeley y Hitch (1974) para enfatizar en las diferencias entre su modelo de tres componentes y modelos unitarios anteriores de la memoria a corto plazo. Estas diferencias incluyen su carácter multicomponente, su énfasis en el procesamiento y almacenamiento combinado, y su importancia a nivel funcional como un sistema que facilita una serie de actividades cognitivas, tales como el razonamiento, la comprensión, la atención y el aprendizaje. Siguiendo el modelo de Baddeley se han realizado numerosos estudios sobre la MT y sus componentes, con la finalidad de explorar predictores del rendimiento escolar, en poblaciones con un funcionamiento típico o atípico (Barbot, et al., 2016; Maehler & Schuchardt, 2016; Swanson, Kudo & Van Horn, 2018; Mora & Camos, 2015; Lifshitz, Kilberg & Vakil, 2016).

En el modelo de Baddeley, la MT se entiende como un sistema de procesamiento de información de capacidad limitada y susceptible a interferencias, que permite el acceso constante a nuevos estímulos que, se conservan temporalmente al mismo tiempo de ser procesados y actualizados (Baddeley, 2003). Este sistema está conectado con la memoria a largo plazo (MLP) lo cual posibilita el acceso a conocimientos y experiencias internalizadas que nos permiten operar con mayor precisión en la resolución de problemas planteados (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005). Uno de los componentes de este modelo es el ejecutivo central (EC) que cumple con el rol de coordinar el intercambio de información de los componentes de almacenamiento a corto y largo plazo, de manera estratégica en esta última modalidad de memoria producto a que además es responsable de los procesos de asignación de los recursos atencionales. Los otros dos componentes son responsables del almacenamiento temporal de información: 1. La agenda visuo-espacial, cuya función es retener y manipular representaciones visuales y espaciales para que puedan ser modificadas para realizar tareas de razonamiento u otros procesos cognitivos complejos (Díaz, 2010). Este componente se ha dividido en dos subcomponentes uno visual y otro espacial, de tal manera que las interferencias espaciales que omiten un procesamiento visual llevan a una

disminución del desempeño en tareas de seguimiento de secuencias en movimiento, pero no en el recuerdo de imágenes estáticas o colores (Logie, 1995; Quinn & McConnell, 1999). 2. El otro componente es el bucle fonológico, el cual permite el almacenamiento de información verbal y auditiva, correspondiendo a la codificación semántica, recuperación verbal o escrita, como también en algunos casos en los que los estímulos lingüísticos se canalizan por medio de un estímulo visual como en el caso de la lectura (Zapata, De Los Reyes, Lewis & Barceló, 2009). Varios estudios han considerado que el funcionamiento del bucle fonológico puede ser un significativo predictor en la adquisición tanto de la lecto-escritura, la comprensión del lenguaje y de los números (Etchepareborda et al., 2005).

En un estudio realizado por Castro, Amor, Gómez y Dartnell (2017), los autores evaluaron la contribución de los componentes de la MT al rendimiento aritmético en niños de diferentes grados escolares. Los resultados de este estudio sugieren que el desarrollo de las habilidades de MT es requerido para el desempeño exitoso de tareas aritméticas debido a que, este tipo de tareas requiere de la actualización y manipulación de información cuantitativa, verbal y espacial. En esta misma línea, evaluaciones de relación entre el rendimiento en pruebas matemáticas, desempeño en tareas de MT y velocidad de procesamiento, muestran que los niños con rendimiento típico en aritmética básica presentan una disminución del tiempo asociado en la respuesta en tareas que requerían de identificación de conjuntos numéricos, recuperación y retención de información cuantitativa y capacidad de conteo. Al contrario, niños con dificultades en el rendimiento aritmético tienden a fallar en la identificación de errores a razón de 1 de 3 ensayos. Lo anterior sugiere que, un inadecuado funcionamiento del EC podría estar asociado con las dificultades en el rendimiento aritmético (Geary, Hoard, Byrd – Craven, Nugent & Numtee, 2007). En consonancia con lo anterior, en un estudio longitudinal, donde se evaluaron niños al ingreso de la educación formal, se describió que el funcionamiento de la agenda visuo-espacial mantiene una estrecha relación con CNB como el conteo, la comparación numérica y el seguimiento de secuencias aritméticas (secuencia progresiva numérica según el patrón numérico), habilidades que predicen el desarrollo aritmético posterior (De Smedt, Verschaffel & Ghesquière, 2009; Dehaene & Cohen, 1995). Como también, el bucle fonológico se involucra en la memorización de las tablas de multiplicar y la resolución de



tareas relacionadas con la aplicación de operaciones matemáticas básicas que son recuperadas directamente de la memoria a largo plazo, utilizando el aprendizaje adquirido en relación con el desempeño en aritmética básica (Anderson, 2001; Dehaene et al., 1995; Fuchs et al., 2006).

Como se ha mostrado anteriormente, el desempeño aritmético básico se encuentra asociado tanto desarrollo de las CCB de dominio general (como lo es la MT) como al desarrollo de capacidades de dominio específico como las CNB, tanto en una instancia escolar inicial como en su evolución de niveles académicos, y tanto en el rendimiento típico y atípico de la matemática. En particular, en estudios previos de los componentes de la MT se describe cómo contribuyen de forma única en la explicación de la varianza de la eficiencia en la aritmética básica durante la edad escolar (Berg, 2008; Castro et al., 2017) y que en conjunto con las capacidades numéricas básicas pudieran ser predictores del desempeño de la habilidad aritmética a largo plazo y del rendimiento académico de la matemática en general (Gray & Reeve, 2014). Cabe señalar, que aunque en las últimas décadas se ha estudiado los componentes de la MT (componente verbal y visuo-espacial) y su relación con el rendimiento aritmético, resultan escasas las investigaciones que evalúan simultáneamente la contribución única que tiene cada componente de la MT a la explicación de las diferencias en el rendimiento aritmético básico. Además, en el caso de las CNB queda pendiente esclarecer la contribución específica de cada una de ellas al desempeño aritmético.

Considerando los antecedentes previos, el presente estudio tiene como objetivo evaluar simultáneamente la contribución única de las CNB (subitización, conteo y comparación simbólica y no-simbólica) y de los diferentes componentes de la MT (verbal y visuo-espacial) a la explicación de la varianza en el rendimiento académico en aritmética básica, en estudiantes de tercer año de Educación General Básica con y sin dificultades en aritmética básica. Se espera que en los sujetos del grupo control (sin dificultad en aritmética), las variables de interés muestren diferentes contribuciones a la explicación de la varianza de la eficiencia en la tarea de aritmética básica (al menos algunas de estas variables). Respecto al grupo de niños con dificultades en aritmética básica se espera una eficiencia significativamente menor en aquellas variables que tienen contribución específica a la

eficiencia en aritmética básica en el grupo control (al menos en algunas de ellas). Lo anterior podría ser de utilidad para explicar el origen de sus dificultades en este dominio del conocimiento.

## **MÉTODO**

### **Participantes**

Para la selección de los sujetos de estudio se utilizó un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia. Se contactó a la directora de la Corporación Municipal de Educación de la comuna de San Miguel, Santiago, Chile, con la finalidad de que autorizara el estudio en las escuelas públicas de la comuna. La selección inicial de estudiantes se realizó aplicando un cuestionario de signos de riesgo de presentar dificultades en el aprendizaje de la Matemática (adjuntado en Anexos), el cual fue completado por las profesoras que impartían la asignatura en el curso. Los niños que no presentaban ningún signo de riesgo en este cuestionario fueron incluidos en el grupo sin dificultades de aprendizaje aritmético (grupo control). Si un niño presentaba, al menos un signo de riesgo de presentar dificultades en matemática, este fue incluido en el grupo de niños con dificultades en aritmética básica (CDA). Posteriormente, a los estudiantes de ambos grupos se les aplicó el Test de Matrices Progresivas Coloreadas de Raven (Raven, Court & Raven, 1992) evaluando inteligencia no verbal. Para ser incluidos en la muestra, los participantes debían obtener entre el 50 y el 95 percentil en este test.

Como último criterio de selección de grupos, se utilizó la medida de eficiencia (ME) en una tarea de aritmética básica (ver descripción más adelante). Del grupo CDA preseleccionado, fueron finalmente incluidos en el grupo de estudio, aquellos niños cuya eficiencia en aritmética básica estuvo por encima de 1.5 desviaciones estándar (*DE*) respecto a la media (*M*) de la eficiencia en aritmética básica del grupo control. Aquí debemos considerar que la ME es una medida inversa, por lo que un mayor valor de esta medida refleja una menor eficiencia del sujeto en la tarea, por ello las *DE* a considerar son por encima de la *M*. Utilizamos este procedimiento, para tener un criterio restrictivo que nos garantizara que este grupo, en efecto, tuviera dificultades en el rendimiento aritmético. La decisión partió de los criterios establecidos en el Decreto Ley 170 de Educación para el diagnóstico de dificultades específicas en el aprendizaje (DEA), donde se considera que, para la

clasificación como sujeto con DEA en el ámbito del cálculo, el evaluado debe obtener dos o más *DE* por debajo del rendimiento esperado para su edad, tanto del área cognitiva como en al área de Matemática (Biblioteca del Congreso Nacional [BCN], 2010).

Siguiendo este procedimiento, la muestra final quedó conformada por un total de 93 niños de tercer grado de Educación Básica pertenecientes a cuatro establecimientos educacionales de la ciudad de Santiago de Chile. De ellos, 68 niños conformaron el grupo control (niños sin dificultad en aritmética - SDA) y 25 niños conformaron el grupo CDA. En la Tabla 1 se muestran los detalles de cada subgrupo.

Tabla 1: Detalles de la Muestra

<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Edad (DE)</b>	<b>Percentil RAVEN (DE)</b>	<b>Eficiencia Aritmética Básica (DE)</b>
Control	68	8.49 (.54)	68.75 (21.45)	4579.24 (2260.86)
CDA	25	8.18 (.33)	77.0 (19.58)	9972.24 (2008.51)***

\*\*\* Diferencia entre grupos de  $p > .001$

## **Instrumentos**

### ***Tareas numéricas.***

***Cálculo básico.*** Tarea computarizada con control del tiempo de reacción (TR), que cuenta con 56 ensayos presentados en dos bloques de operaciones aritméticas con números de un solo dígito (1 - 9), 28 adiciones y 28 sustracciones. Los estímulos fueron dígitos arábigos blancos presentados sobre un fondo negro, en letra Arial fuente 60. La forma fue “2 + 4”. Debajo de la operatoria se presentaron dos alternativas de posibles respuestas de las que se debía seleccionar la correcta. Cada ensayo inició con la presentación del estímulo, el cual se mantuvo en pantalla hasta que el sujeto ofreció una respuesta, la cual fue seguida por un intervalo inter-estímulos de 500 ms (fondo negro).

***Comparación numérica.*** Cada tarea de comparación (simbólica y no simbólica) consistió en la presentación de 60 pares de numerosidades a comparar (numerosidades del 1 – 9, excepto el 5). Los ensayos fueron presentados en dos bloques de 30 estímulos cada uno.

Cada ensayo comenzó con la presentación de un par de numerosidades que se mantuvo en la pantalla hasta que se ofreció una respuesta, la cual estuvo seguida por un intervalo inter-estímulos de 500 ms (fondo negro).

**Comparación no – simbólica.** Se presentaron simultáneamente dos cuadrados blancos (lado = 55 mm), los que presentaban una cantidad variable de puntos negros de diversos tamaños. Los sujetos debían seleccionar el conjunto que presentaba mayor número de elementos (o menor, según la instrucción explicitada al inicio de cada tarea: ¿Dónde hay más/menos puntos?). Los cuadrados se presentaron sobre un fondo negro (distancia entre los cuadrados = 8 mm) y separados por un punto de fijación de color rojo. Para evitar que las respuestas estuvieran condicionadas por pistas perceptuales, fueron diseñados tres sets con diferentes estímulos: set con control de la densidad (se mantuvieron constantes la densidad del conjunto y el tamaño de los elementos presentados), set con control de la superficie (se mantuvieron constantes el área total ocupada y la suma del área de los elementos) y el set con control del área (se mantuvieron constantes el área total ocupada y el tamaño de los elementos del conjunto).

**Comparación simbólica.** Se presentaron simultáneamente dos dígitos arábigos blancos (1 - 9, excepto el 5) sobre un fondo negro, en letra Arial con fuente 60. Los estudiantes debían seleccionar el dígito de mayor o menor magnitud numérica (según la instrucción explicitada al inicio de la tarea ¿Cuál es el número mayor/menor?).

**Enumeración:** Se presentaron conjuntos de puntos blancos sobre fondo negro que contenían numerosidades del 1 al 9. Se les solicitó a los participantes presionar la tecla con el número arábigo correspondiente al número de puntos que apareció en pantalla. La tarea tuvo un total de 60 ítems, divididos en dos bloques de 30 estímulos.

En todas las tareas numéricas los participantes debían seleccionar lo más rápido posible la respuesta presionando la tecla correspondiente, evitando cometer errores. Al inicio de cada tarea se presentaron seis ítems de entrenamiento.

### ***Tareas de memoria de trabajo***

**Memoria de trabajo verbal. Span de dígitos progresivo y regresivo:** Para evaluar la memoria de trabajo verbal fue utilizado el subtest de Span de dígitos progresivo y regresivo de la escala

de Inteligencia para niños Wechler IV (Taborda, Barbenza, & Brenlla, 2011). La versión progresiva del Span de Dígitos fue aplicada como medición del componente bucle fonológico de la MT. La versión regresiva fue aplicada como medición del ejecutivo central durante la manipulación de información verbal. En las tareas que evalúan memoria de trabajo, como es el caso del span de dígitos regresivo, se realiza almacenamiento de información en un contexto donde se requiere procesamiento activo, el cual involucra el rol principal del componente ejecutivo central (Passolunghi & Siegel, 2001, 2004).

**Memoria de trabajo Visuo-espacial:** El diseño de presentación de la tarea computarizada de Memoria de trabajo visuo-espacial utilizada en este estudio fue creada por Castro, Amor, Gómez y Dartnell (2017). En esta tarea se presentó en la pantalla del computador una grilla con 20 cuadrados, sobre fondo blanco. Cada ensayo comenzó con la presentación de una secuencia de cuadrados rojos (una secuencia de cuadrados de la grilla fue cambiando su color de blanco a rojo a razón de un cambio cada 300ms). Terminada la secuencia, el color de fondo cambió de blanco hacia rosado y los niños debían responder haciendo clic con el mouse en las posiciones de la grilla que cambiaron de blanco a rojo, en el mismo orden en que cambiaron de color (versión progresiva) o en orden inverso a la secuencia presentada (versión regresiva). La tarea estuvo conformada por un total de 14 secuencias (2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8 estímulos, cada numerosidad se repitió dos veces). Antes del inicio de la tarea se presentaron cuatro ensayos para practicar. Se obtuvo un punto por cada par consecutivo de estímulos recordados en orden correcto. De esta forma, en un ensayo con cinco estímulos se podían obtener como máximo cuatro puntos.

## **Procedimiento**

El presente estudio se desarrolló enmarcado en los principios éticos vigentes para la investigación con sujetos de estudio humanos. Se coordinó una reunión explicativa con los directores y profesoras, con la finalidad de obtener los permisos y consentimientos necesarios para desarrollar el estudio. Posteriormente, utilizando el mismo procedimiento, se solicitó el consentimiento informado de los apoderados de los participantes. En último lugar, se reunió a los niños cuyos padres autorizaron su participación para explicarles en qué consistía su participación, solicitando el asentimiento escrito de cada uno de ellos.

Las evaluaciones se realizaron en la misma escuela del niño, en una sala alejada de interrupciones. La evaluación se realizó en tres sesiones de 30 - 40 minutos aproximadamente cada una. En la primera sesión se aplicaron el Test de Matrices Progresivas de Raven y la tarea de aritmética básica. Durante la segunda sesión se aplicaron las tareas numéricas, de comparación (simbólica y no simbólica) y de enumeración. Finalmente, en la tercera sesión fueron aplicadas las tareas de MT verbal y visuo-espacial.

### **Análisis Estadístico**

El rendimiento en las tareas numéricas fue calculado utilizando una medida de eficiencia (ME). Esta medida se obtiene dividiendo la mediana del TR (solo de las respuestas correctas) entre la proporción de respuestas correctas en la tarea ( $ME = TR/\text{proporción de respuestas correctas}$ ). La ME es una medida inversa: un mayor valor de esta medida refleja una menor eficiencia del sujeto en la tarea.

En primer lugar, se realizaron análisis de correlación con el fin de evaluar la posible relación entre la eficiencia en aritmética básica y la eficiencia en tareas que evalúan capacidades cognitivas básicas de dominio específico (comparación simbólica, no simbólica, conteo y subitización) y de dominio general (memoria de trabajo verbal y visuo-espacial). Cuando existen más de dos variables que correlacionan significativamente entre sí, el análisis de correlación solo permite inferir que entre dichas variables que existe varianza compartida, pero no identificar las influencias reales que cada una de estas variables tiene sobre el resto. Por tanto, para explorar la contribución específica de cada variable a la varianza de la variable dependiente (en este caso la eficiencia en aritmética básica) es necesario realizar regresiones jerárquicas. La regresión jerárquica es un método altamente conservador desde el punto de vista matemático, ya que permite evaluar la contribución única de una variable o predictor específico, controlando el efecto de otras variables que se encuentran relacionadas con él y con la variable dependiente.

Considerando lo anterior, se realizaron regresiones jerárquicas para identificar la contribución única de las capacidades cognitivas básicas de dominio específico (comparación simbólica, no simbólica, conteo y subitización) y las de dominio general (memoria de trabajo verbal y visuo-espacial), a la explicación de la varianza de la eficiencia en aritmética básica

en el grupo control. Las regresiones incluyeron tantos modelos como capacidades cognitivas básicas correlacionaron con la eficiencia en aritmética básica. En cada modelo de regresión jerárquica se incluyeron como variables de control en el bloque 1 todas las capacidades cognitivas básicas, excepto la variable de interés en el modelo, el cual se incluyó por separado en el bloque 2 (ver detalles de cada modelo en el apartado de Resultados).

En último lugar, para obtener una exploración del posible origen de las dificultades en aritmética, se realizaron análisis de varianza entre el grupo control y el grupo de niños con dificultades en aritmética. Como factor inter-grupos se incluyeron las capacidades que mostraron tener contribución única significativa a la explicación de la varianza en aritmética básica. Si el rendimiento del grupo de niños con dificultad en aritmética es significativamente diferente al del grupo control en las variables de interés, dichas variables podrían explicar la aparición de las dificultades en aritmética.

## RESULTADOS

### Correlaciones entre la Eficiencia en Aritmética Básica y las Variables de Dominio General y Específico.

El análisis de correlación entre la eficiencia en aritmética básica, las variables de dominio específico (CNB), y las variables de dominio general (componentes de la memoria de trabajo) en los niños del grupo control mostró que las variables con correlación significativa con la aritmética básica fueron: la eficiencia en el conteo, en la comparación no simbólica y en la comparación simbólica, y el rendimiento en el Span visuo-espacial regresivo. En el grupo de niños CDA, solo correlacionó con la aritmética básica la eficiencia en comparación no simbólica. Los detalles se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Correlaciones entre la eficiencia en aritmética básica, las CNB y los componentes de la memoria de trabajo en el grupo control.

GRUPO	Span de dígitos progresivo	Span de dígitos regresivo	Span visuo-espacial progresivo	Span visuo-espacial regresivo	Subitización	Conteo	Comparación no-simbólica	Comparación simbólica
Control	.148	.033	.071	.378***	.161	.254*	.414***	.598***

<b>CDA</b>	-.304	-.098	-.191	-.302	-.080	-.087	.821***	-.237
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------	-------

\*  $p < .05$ , \*\*\*  $p < .001$

### Regresiones Jerárquicas

En las regresiones jerárquicas se incluyeron solo aquellas variables que mostraron correlación significativa con la eficiencia en aritmética básica.

Para el grupo control se evaluaron cinco modelos de regresiones jerárquicas donde se incluyeron: la eficiencia en las comparaciones simbólica y no simbólica, el conteo, y el componente EC de la MT cuando se involucra información visuo-espacial (puntaje en el span visuo-espacial regresivo). En el primer modelo de regresión jerárquica se incluyó en el bloque 1 el componente de la MT y en el bloque 2 las CNB (eficiencia en comparación simbólica y no simbólica, y el conteo) para evaluar la contribución específica de estas CNB en su conjunto. En los otros cuatro modelos en el bloque 1 se fueron agrupando las variables evaluadas, excepto una de ellas, la cual se incluyó en el bloque 2 (ver detalles de los modelos en la Tabla 3). Para el grupo de niños con CDA no fue necesario hacer regresiones jerárquicas ya que solo la eficiencia en la comparación no simbólica correlacionó con la eficiencia en aritmética básica.

Los modelos completos de estas regresiones jerárquicas (variables del bloque 1 y 2 en conjunto) explicaron un 52.7 % ( $R^2 = .527$ ) de la varianza de la eficiencia en aritmética básica,  $F(4, 63) = 17.570$ ,  $p < .001$ . En el modelo 1, se aprecia que el rendimiento en MT visuo-espacial mostró una contribución significativa del 14.1% ( $R^2 = .141$ ) a la explicación de la varianza de la eficiencia en aritmética básica ( $F(1, 63) = 18.793$ ,  $p < .001$ ). En el modelo 2, el conjunto de las CNB (comparación simbólica y no simbólica y conteo) tuvieron una contribución significativa del 38.4% ( $R^2 = .384$ ),  $F(3, 63) = 17.075$ ,  $p < .001$ .

En los modelos 3, 4 y 5, se evalúan por separado estas CNB para explorar la contribución específica de cada una. En el modelo 3, la eficiencia en conteo no mostró una contribución significativa a la explicación del rendimiento en aritmética ( $R^2 = .003$ ). Asimismo, en el modelo 4 tampoco se encontró contribución significativa de la eficiencia en comparación no simbólica ( $R^2 = .018$ ). Finalmente, en el modelo 5, la eficiencia en comparación simbólica mostró una contribución significativa del 18.3% ( $R^2 = .183$ ),  $F(1, 63)$



= 24.378,  $p < .001$ . Por tanto, esta fue la única CNB con contribución única significativa a la explicación de la varianza en la eficiencia en aritmética básica. Ver detalles de los modelos en la Tabla 3.

### **Comparaciones entre el grupo control y el grupo de niños CDA en las variables con contribución específica a la eficiencia en aritmética básica.**

En el grupo control, se encontró que el tanto el rendimiento en la MT visuo-espacial como la eficiencia en la comparación simbólica mostraron contribución única significativa a la eficiencia en aritmética básica. Por esta razón se realizó un análisis de varianza para explorar posibles diferencias entre grupos en estas variables. Se realizaron ANOVAs con las 2 variables de interés (rendimiento en la MT visuo-espacial y eficiencia en la comparación simbólica) como factores intrasujeto; y el grupo (control, CDA) como factor intergrupo.

El ANOVA con los resultados del span visuo-espacial regresivo entre ambos grupos mostró efecto de grupo:  $F(1, 91) = 8.8683, p < .01, \eta^2 = .089$ , 95% IC [12, 59] y [1, 49], grupos control y CDA respectivamente (ver Figura 1). El ANOVA con los resultados en la comparación simbólica entre grupos mostró efecto de grupo:  $F(1, 91) = 9.6668, p < .01, \eta^2 = .096$ , 95% IC [190.286, 2052.000] y [370.286, 2004.000], grupos control y CDA respectivamente (ver Figura 2).

Tabla 3. Contribución única de las CNB y de la MT visuo-espacial a la explicación de la varianza de la eficiencia en aritmética básica en el grupo control.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> En la Tabla 3 la primera columna a la izquierda representa el orden en que se introdujeron las variables en el modelo. Las siguientes columnas contienen los resultados de cada regresión:  $R^2$  indica el porcentaje de variación de la variable dependiente explicada por el conjunto de variables independientes.  $\Delta R^2$  indica la varianza única de la variable dependiente que es explicada por la variable independiente, controlando el efecto del resto de las variables independientes incluidas en el modelo.  $\beta$  ofrece una estimación del peso relativo que tiene cada variable independiente sobre la variable dependiente. El signo de este coeficiente puede no ser el mismo que el coeficiente de correlación simple entre esta variable y la dependiente. Esto se debe a los ajustes que se llevan a cabo para la obtención de la mejor ecuación posible. La última columna representa los intervalos de confianza con los valores mínimo y máximos.

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

	R <sup>2</sup>	ΔR <sup>2</sup>	ΔF	β	95% IC [min, máx]
<b>Modelo 1</b>					
Conteo	.386	.386	13.429***	.063	[997.78, 9314.00]
Comparación no-simbólica				.153	[335.77, 1895.17]
Comparación simbólica				.507	[190.29, 2052.00]
Span v-espacial regresivo	.527	.141	18.793***	.383	[12.00,59.00]
<b>Modelo 2</b>					
Span v-espacial regresivo	.143	.143	11.009***	.383	[12.00,59.00]
Conteo	.527	.384	17.075***	.063	[997.78, 9314.00]
Comparación no-simbólica				.153	[335.77, 1895.17]
Comparación simbólica				.507	[190.29, 2052.00]
<b>Modelo 3</b>					
Span v-espacial regresivo	.524	.524	23.499***	.383	[12.00,59.00]
Comparación no-simbólica				.153	[335.77, 1895.17]
Comparación simbólica				.507	[190.29, 2052.00]
Conteo	.527	.003	.421	.063	[997.78, 9314.00]
<b>Modelo 4</b>					
Span v-espacial regresivo	.509	.509	22.111***	.383	[12.00,59.00]
Conteo				.063	[997.78, 9314.00]
Comparación simbólica				.507	[190.29, 2052.00]
Comparación no-simbólica	.527	.018	2.447	.153	[335.77, 1895.17]
<b>Modelo 5</b>					
Span v-espacial regresivo	.345	.345	11.214***	.383	[12.00,59.00]
Conteo				.063	[997.78, 9314.00]
Comparación no-simbólica				.153	[335.77, 1895.17]
Comparación simbólica	.527	.183	24.358***	.507	[190.29, 2052.00]

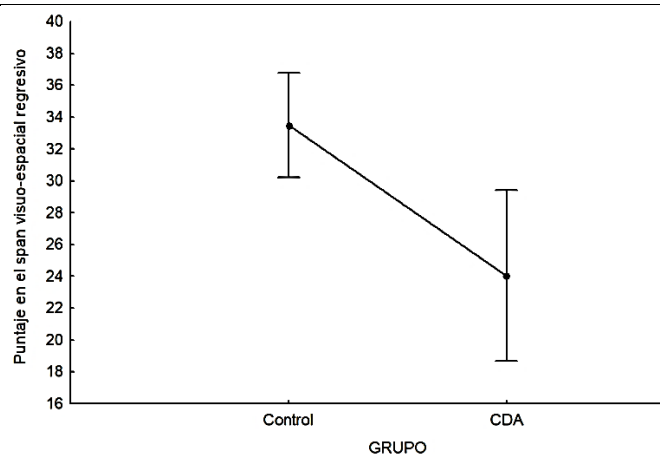


Figura 1. Comparación entre grupos (control vs. CDA) en el rendimiento en la tarea de MT visuo-espacial (span visuo-espacial regresivo).

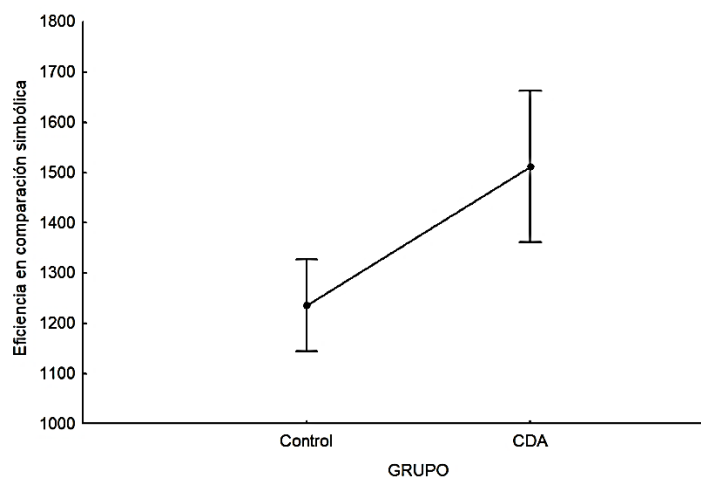


Figura 2 Comparación entre grupos (control vs. CDA) en la eficiencia en comparación simbólica.

## DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue evaluar la contribución única de las CNB (subitización, conteo, comparación simbólica y no simbólica) y de los diferentes componentes de la MT (bucle fonológico y agenda visuo-espacial) a la explicación de la varianza en el rendimiento en aritmética básica en niños de edad escolar con y sin dificultades en este dominio.

Nuestro primer análisis de correlación entre las CNB y los componentes de la MT con el rendimiento en aritmética mostró que las correlaciones son diferentes para cada grupo evaluado. En el grupo SDA todas las CNB correlacionan con la eficiencia en aritmética (excepto la subitización), mientras que en el grupo de niños CDA solo correlacionó con la aritmética la comparación no simbólica. Este resultado podría estar reflejando un inadecuado desarrollo del sistema de símbolos numéricos y que estos niños aún continúen basando sus procedimientos de cálculo en estrategias inmaduras basadas en el análisis de conjuntos más que en procedimientos más abstractos basados en símbolos numéricos (como los dígitos arábigos). Por ejemplo, podría ser que estos niños aún resuelvan operatorias representando los sumando mediante objetos o con los dedos, estrategia válida cuando los niños se enfrentan

a las primeras operaciones aritméticas para reconocer la cantidad del número. Sin embargo, ya en el tercer grado escolar, operar de esta forma se asociaría a que se les dificulta ubicar de manera precisa la magnitud mental del dígito arábigo dentro de la recta numérica mental.

Un dato de gran relevancia en este estudio que podría ser de gran valía para explicar la aparición de las dificultades en aritmética, es el hecho de que la comparación simbólica fue la única CNB con contribución única significativa a la explicación de la varianza en el rendimiento en aritmética básica (18.3%). Si consideramos el dato presentado previamente de que en los niños CDA esta CNB ni siquiera mostró correlación con la aritmética, entonces la comparación simbólica (mucho más que la comparación no simbólica) podría ser considerada un predictor de la aparición de dificultades en aritmética. La comparación simbólica demanda de los estudiantes una adquisición previa del concepto de cardinalidad, su función y representación simbólica dentro de la recta numérica mental, lo cual, a su vez, demanda del correcto desarrollo de una interfaz entre las numerosidades (conjuntos) y los símbolos que las representan. Esta interfaz parece no estar adecuadamente desarrollada en el grupo de niños CDA, considerando su eficiencia significativamente inferior al grupo control en la tarea de comparación simbólica. Estos resultados apoyan la hipótesis del “Déficit en el Acceso” propuesta por Rousselle y Noël (2007) como origen de las dificultades en el aprendizaje de la aritmética y consecuentemente de la Discalculia del Desarrollo. Esta hipótesis propone que la aparición de dichas dificultades reside no en un déficit en la representación de la numerosidad per se, sino en un déficit en el acceso a dichas numerosidades a través de los símbolos numéricos (dígitos arábigos).

Respecto a los componentes de la MT el único que mostró contribución específica a la explicación de la varianza en el rendimiento en aritmética básica en el grupo control fue la MT visuo-espacial, con una contribución de 14.1% a dicha explicación. Esta variable tampoco mostró correlación con la aritmética básica en el grupo CDA, y también el rendimiento de estos niños fue significativamente menor que el del grupo control. Estos resultados podrían indicar que las habilidades de mantenimiento de información visuo-espacial son de relevante importancia para un exitoso rendimiento aritmético. Cuando los estudiantes se enfrentan a tareas matemáticas que requieren de una codificación de

información visual y secuencia espacial, su rendimiento está influenciado por una noción y orientación espacial del orden correcto de los elementos que se presentan en la tarea. Lo que significa que, probablemente pretenda localizar espacialmente los dígitos en su línea numérica mental previo a utilizar procesos de conteo para operar en función a la tarea aritmética en particular. Lo anterior demandaría de la colaboración activa del componente ejecutivo central, específicamente en su función atencional. Si esta función no está adecuadamente desarrollada, entonces el niños deberá acceder a otras estrategias de mantenimiento de información como por ejemplo contar con los dedos, utilizar material concreto (papel y lápiz) o la presencia de recursos didácticos para ser manipulado durante la resolución del ejercicio; lo cual haría mucho menos eficientes su procedimientos de cálculo cuando ya se encuentra en grados más avanzados de escolaridad. Este resultado en particular, apoya lo que han indicado estudios previos acerca de la contribución de los componentes de la MT al desempeño aritmético de niños en edad escolar (desde 1<sup>er</sup> a 6<sup>to</sup> grado) el cual se ve afectado por dificultades en el componente de la agenda visuo-espacial y ejecutivo central al requerir el procesamiento de información visuo-espacial (Berg, 2008; Castro et al., 2017; Geary et al., 2007).

Es interesante destacar que, a pesar de que el cálculo lleva en sí mismo manipulación de información verbal (por ej. Activación, manipulación y recuperación de hechos numéricos desde la memoria a largo plazo) no se encontró correlación entre el componente verbal de la MT y la eficiencia en aritmética en la muestra estudiada. Este hecho podría explicarse desde el punto de vista de la maduración de las estrategias y procedimientos que utilizan los niños pequeños. Como sugieren estudios previos sobre MT, la contribución del componente verbal de la MT comienza a aparecer en grados escolares superiores a los de la muestra de este estudio (5<sup>to</sup> – 6<sup>to</sup> grado), específicamente se ha descrito que alrededor de los 10 años será que comience dicho componente a intervenir significativamente en los procedimientos de cálculo, a la vez que existiría un desarrollo mucho mayor de la aritmética simbólico – lingüística al utilizar códigos verbales (Berg, 2008; Castro et al., 2017; Dehaene et al., 1995).

## CONCLUSIONES

En conclusión, el presente estudio mostró que, durante el desarrollo típico de las habilidades de aritmética básica, aunque las CNB de subitización, conteo, comparación simbólica y no simbólica correlacionan con dicha adquisición de conocimientos, solo la comparación simbólica ha mostrado tener contribución específica a la explicación de la varianza en el rendimiento en este dominio. Lo anterior sustenta la hipótesis de un déficit en el acceso a las representaciones numéricas simbólicas como origen de las dificultades en el rendimiento en aritmética. Respecto a los componentes de las MT, solo la MT visuo-espacial mostró contribución específica a la explicación de la varianza en el rendimiento aritmético. Lo anterior sustenta la hipótesis de que no solo las capacidades de dominio específico (numéricas) influyen en el aprendizaje matemático, sino que también ciertas habilidades de dominio general (como la MT), contribuyen de manera significativa al desarrollo de las representaciones numéricas mentales.

Considerando que, la comparación simbólica y la MT visuo-espacial tienen contribuciones significativas a la eficiencia en aritmética básica en niños de tercer grado escolar, resultaría interesante realizar para evaluar la capacidad predictiva de dichas variables sobre la aparición de dificultades específicas en el cálculo y ahondar en temáticas pedagógicas asociada a la evaluación e intervención efectiva y eficiente en matemática.

Cabe mencionar señalar que, algunos elementos relacionados con el diseño de este estudio deben ser comentados y considerados también en futuras intervenciones, p. ej., el incluir la multiplicación en la tarea de cálculo básico. Además, de que se comprende en su proceso de operar como una suma iterada y finalmente para que al momento de evaluar el cálculo mental también se incorpore un indicador curricular como lo es multiplicar hasta 10 x 10 sin acudir a una estrategia manipulativa, sino que aumentando destrezas de cálculo mental (MINEDUC, 2012). Incluir la operación matemática mencionada ampliaría la comprensión de la eficiencia aritmética evaluada.

Respecto a la praxis in situ en el aula, de acuerdo a los resultados de este estudio se podría sugerir que los docentes utilicen constantemente andamiajes (sala letrada) para que los estudiantes recurran las veces que sea necesario para lograr la internalización de procesos

y estrategias matemáticas (p. ej., fases del método Polya). Además, de que estos andamiajes expliciten información simbólica y no simbólica para lograr la articulación de ambas formas de presentar la información, insistiendo en actividades que refuercen y potencien el mapeo entre ambas.

## REFERENCIAS

- Anderson, J. (2001). *Aprendizaje y memoria*. 2da ed. México: McGraw Hill.
- Aguilar, M., Aragón, E. & Navarro, J. (2015). Las dificultades de aprendizaje de las matemáticas (DAM). *Revista de psicología y educación*, 10(2), 13-42. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/297717240\\_Las\\_dificultades\\_de\\_aprendizaje\\_de\\_las\\_matematicas\\_DAM\\_Estado\\_del\\_arte\\_Mathematical\\_learning\\_Disabilities\\_MLD\\_State\\_of\\_art](https://www.researchgate.net/publication/297717240_Las_dificultades_de_aprendizaje_de_las_matematicas_DAM_Estado_del_arte_Mathematical_learning_Disabilities_MLD_State_of_art)
- Baddeley, A. & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(4), 829-839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Barbot, B., Krivulskaya, S., Hein, S., Reich, J., Thuma, P. & Grigorenko, E. (2016). Identifying learning patterns of children at risk for Specific Reading Disability. *Developmental Science*, 19(3), 402-418. <https://doi.org/10.1111 / desc.12313>
- Berg, D. (2008). Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99(4), 288 - 308. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007>
- Berch, D. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333-339. <https://doi.org/10.1177/00222194050380040901>
- Biblioteca del congreso nacional de Chile. (2010). *Decreto 170*. Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1012570&idVersion=2010-08-25>



- Blair, C. & Razza, R. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarden. *Child Development, 78*(2), 647-63. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Brunner, J. & Elacqua, G. (2003). *Informe Capital Humano en Chile*. Santiago: La Araucan.
- Castro, D., Amor, V., Gómez, D. & Dartnell, P. (2017). Contribución de los Componentes de la Memoria de Trabajo a la Eficiencia en Aritmética Básica Durante la Edad Escolar. *PSIKHE, 26*(2), 1-17. <https://doi.org/10.7764/pykhe.26.2.1141>
- De Smedt, B., Verschaffel, L. & Ghesquière, P. (2009). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*(4), 469-479. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.01.010>
- Dehaene, S. & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition, 1*, 83-120. Disponible en: [https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=eK4egLfRgGkC&oi=fnd&pg=PA83&dq=Dehaene,+S.+%26+Cohen,+L.+\(1995\).+Towards+an+anatomical+and+functional+model+of+number+processing&ots=AG\\_LUVB\\_nF&sig=9xUGr4jUXvSUiQwYGW-eyo4YCxI#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=eK4egLfRgGkC&oi=fnd&pg=PA83&dq=Dehaene,+S.+%26+Cohen,+L.+(1995).+Towards+an+anatomical+and+functional+model+of+number+processing&ots=AG_LUVB_nF&sig=9xUGr4jUXvSUiQwYGW-eyo4YCxI#v=onepage&q&f=false)
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F. & Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarden? Findings from a longitudinal study. *The British Journal of Educational Psychology, 82*(1), 64-81. <https://doi.org/10.1348/2044-8279.002002>

- Díaz, R. (2010). *La memoria de trabajo y su relación con habilidad numérica y el rendimiento en el cálculo aritmético elemental* (Tesis doctoral). Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, Honduras.
- Etchepareborda, M. & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de Neurología*, 40(1), S79-S86. Recuperado de: <http://www.mdp.edu.ar/psicologia/psico/secacademica/asignaturas/aprendizaje/Memoria%20de%20trabajo.pdf>
- Fuchs, L., Fuchs, D., Compton, D., Powell, S., Seethaler, P., Capizzi, A. & Fletcher, J. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic Word problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29-43. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.29>
- Gathercole, S., Pickering, S., Knight, C. & Stegmann, Z. (2004). Working Memory Skills and Educational Attainment: Evidence from National Curriculum Assessments at 7 and 14 Years of Age. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 1-16. <https://doi.org/10.1002/acp.934>
- Gray, S. & Reeve, R. (2014). Preschoolers' dot enumeration abilities are markers of their arithmetic competence. *PLoS One*, 9(4), e94428 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094428>
- Geary, D. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 32(3), 250-263. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e318209edef>

- Geary, D., Hoard, MK., Byrd-Craven, J., Nugent, L. & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78(4), 1343-1359. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x>
- Gersten, R., Jordan, N. & Flojo, J. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293–304. <https://doi.org/10.1177 / 00222194050380040301>
- González, D. (2002). *El desempeño académico universitario: variables psicológicas asociadas*. México: Editorial UniSon.
- Goñi, E., Ros, I. & Fernández-Lasarte, O. (2018). Academic performance and school engagement among secondary school students in accordance with place of birth, gender and age. *Journal of Education and Psychology*, 11(2), 93-105. <https://doi.org/10.30552/ejep.v11i2.224>
- Holloway, I. & Ansari, D. (2009) Mapping numerical magnitudes onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 17-29. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.04.001>
- Jurecska, D., Lee, C., Chang, K. & Sequeira, E. (2011). I am smart, therefore I can: examining the relationship between IQ and self-efficacy across cultures. *International journal of adolescent medicine and health*, 23(3), 209-216. <https://doi.org/10.1515/ijamh.2011.046>

- León, M. (2008). *Calidad docente y rendimiento escolar en Chile* (Tesis magíster). Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
- Lifshitz, H., Kilberg, E. & Vakil, E. (2016). Working memory studies among individuals with intellectual disability: An integrative research review. *Research in developmental disabilities*, 59, 147-165. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.08.001>
- Lyons, I. M., Price, G. R., Vaessen, A., Blomert, L. & Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in Grades 1–6. *Developmental Science*, 17(5), 714–726. <https://doi.org/10.1111/desc.12152>
- Locuniak, M. & Jordan, N. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities*, 41(5), 451-459. <https://doi.org/10.1177/0022219408321126>
- Logie, R. (1995). *Visuo-espacial working memory*. Hove, Reino Unido: Psychology Press.
- Maehler, C. & Schuchardt, K. The importance of working memory for school achievement in primary school children with intellectual or learning disabilities. *Developmental disabilities*, 58, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.08.007>
- Marzocchi, G., Lucangeli, D., De Meo, T., Fini, F. & Cornoldi, C. (2002). The disturbing effect of irrelevant information on arithmetic problem solving in inattentive children. *Developmental Neuropsychology*, 21(1), 73-92. [http://dx.doi.org/10.1207/S15326942DN2101\\_4](http://dx.doi.org/10.1207/S15326942DN2101_4)
- Ministerio de Educación. (2012). *Bases curriculares*. Recuperado de [http://www.curriculumlineamineduc.cl/605/articles-21321\\_programa.pdf](http://www.curriculumlineamineduc.cl/605/articles-21321_programa.pdf)

- Mora, G. & Camos, V. (2015). Dissociating rehearsal and refreshing in the maintenance of verbal information in 8-year-old children. *Frontiers in psychology*, 6(11). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00011>
- Passolunghi, M. & Siegel, L. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80(1), 44-57. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2626>
- Passolunghi, M. & Siegel, L. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88(4), 348-367. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.04.002>
- Pérez-Fuentes, M., Álvarez-Bermejo, J., Del Mar, M., Gázquez, J. & López, M. (2011). Violencia Escolar y Rendimiento Académico (VERA): aplicación de realidad aumentada., *European Journal of Education and Psychology*, 1(2), 71-84. <https://doi.org/10.1989/ejihpe.v1i2.6>
- Portellano, J., Martínez, A. & Zumárraga, A. (2009). *Evaluación de las funciones ejecutivas en niños*. Madrid: TEA Ediciones.
- Quinn, J. & McConnell, J. (1999). Manipulation of interference in the passive visual store. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11(3), 373-390. <https://doi.org/10.1080/713752322>
- Raven, J. G., Court, J. & Raven, J. (1992). *Manual for Raven's progressive matrices and vocabulary scales*. Oxford, Reino Unido: Oxford Psychologists Press.

- Reigosa-Crespo, V., González-Alemañy, León, T., Torres, R., Mosquera, R. & Valdés-Sosa, M. (2013). Numerical Capacities as Domain-Specific Predictors beyond Early Mathematics Learning: A Longitudinal Study. *Plos One*, 8(11), E79711. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079711>
- Rousselle, L. & Noël, M-P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs. non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102 (3), 361-395. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.01.005>
- Sekuler, R. & Mierkierwicz, D. (1997). Children's judgments of numerical inequality. *Children Developmental*, 48(2), 630-633. <https://doi.org/10.2307/1128664>
- Stelzer, F. & Cervigni, M. (2011). Desempeño académico y funciones ejecutivas en infancia y adolescencia. Una revisión de la literatura. *Revista de investigación en educación*, 9(1), 148-156. Recuperado de: <file:///C:/Users/HP/Desktop/Dialnet-DesempenoAcademicoYFuncionesEjecutivasEnInfanciaYA-4730757.pdf>
- Swanson, H., Kudo, M. & Van Horn, M. (2018). Does the structure of working memory in El children vary across age and two language systems?. *Memory*, 11, 1-18. <https://doi.org/10.1080/09658211.2018.1496264>
- Taborda, A., Barbenza, C., & Brenlla, M. E. (2011). *Adaptación argentina del WISC-IV Wechsler. Escala de Inteligencia de Wechsler para niños cuarta edición (WISC-IV)*. Buenos Aires: Paidós.
- Van Marle, K., Chu, F. & Geary, D. (2014). Acuity of the approximate number system and preschoolers quantitative development. *Develolmental Science*, 17(4), 492-505. <https://doi.org/10.1111/desc.12143>

Zapata, L., De Los Reyes, C., Lewis, S. & Barceló, E. (2009). Memoria de trabajo y rendimiento académico en estudiantes de primer semestre de una universidad de la ciudad de Barranquilla. *Psicología desde el Caribe*, (23), 66-82. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/psdc/n23/n23a05.pdf>