



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Programa de Maestría y Doctorado en Psicología
Facultad de Estudios Superiores Iztacala
Residencia en Neuropsicología Clínica

PROCESOS COGNOSCITIVOS DE DOMINIO GENERAL Y DE DOMINIO ESPECÍFICO
EN NIÑOS CON DISTINTO DESEMPEÑO MATEMÁTICO

TESIS

Que para optar por el grado de:
Maestro en Psicología

PRESENTA:

Lic. Armando Rodríguez Pulido

TUTOR PRINCIPAL:

Dr. Mario Arturo Rodríguez Camacho (FES-I UNAM)

MIEMBROS DEL COMITÉ:

Dra. Dulce María Belén Prieto Corona (FES-I UNAM)

Dra. Ma. Guillermina Yáñez Téllez (FES-I UNAM)

Dra. Mayaro Ortega Luyando (FES-I UNAM)

Dra. Josefina Ricardo Garcell (INB UNAM)

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, agosto de 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Quisiera comenzar por agradecer a mis padres, Armando y Araceli, y a mi hermana Paola, quienes en todos los momentos de mi vida me han brindado todo su amor y apoyo, sin ustedes nada de esto sería posible. A Andrea, quien ha estado conmigo en mis mejores y en mis peores momentos, sobre todo durante este proceso llamado maestría, te amo con todo mi corazón. Al doctor Mario y a la doctora Belén, gracias por los regaños, recomendaciones y sobre todo por el tiempo que dedicaron, a este trabajo, las clases y en las asesorías que me brindaron. A la doctora Guille, por ser nuestra madre académica durante la maestría. A todos y cada uno de mis compañeros, gracias a ustedes el proceso fue más llevadero y divertido. A todos los profesores que nos dieron clase en la maestría, gracias por compartirnos su conocimiento. Y a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme dado la oportunidad de estudiar una de mis grandes pasiones.

Muchas gracias al CONACYT por haberme otorgado la beca para cursar los estudios de Maestría,
con número de CVU 855969.

Resumen

Introducción. Diversas investigaciones sobre los procesos neuropsicológicos que influyen en el desempeño matemático (DM), no han determinado aún si los procesos de dominio general (PDG) (p. ej. lenguaje, memoria de trabajo) o los de dominio específico (PDE) (p. ej. recuperación de hechos aritméticos, procedimientos de cálculo) son los que tienen mayor importancia en la adquisición y consolidación del DM. **Objetivo.** Describir y comparar los PDG y los PDE en un grupo de escolares de tercer grado de primaria con diferente desempeño matemático. **Método.** Se aplicó una batería de pruebas neuropsicológicas (WISC-IV, BANETA y TEMA-3), para medir los PDG y los PDE a 92 niños. Se analizó la influencia de los PDG y PDE en el DM, por medio de regresión lineal múltiple (RLM). El análisis de cluster diferenció dos grupos: DM promedio y DM bajo, cuyos puntajes se analizaron para cada grupo con RLM. **Resultados. Para el grupo total de niños,** tanto los PDG como los PDE se involucraron en el DM. De los PDG, el Razonamiento Perceptual, la Memoria de Trabajo y el Procesamiento Fonológico fueron los más influyentes, mientras que, de los PDE, los procesos involucrados en el Sistema de Cálculo, como las Operaciones Aritméticas Dictadas y Hechos Aritméticos, fueron los más importantes. Estos resultados se replicaron para el grupo de DM promedio. Para el grupo con DM bajo no se encontró que ningún proceso específico (tanto de PDG como de PDE) tuviera una mayor influencia para pertenecer a dicho grupo. **Conclusiones.** Tanto los PDG como los PDE influyen en el desempeño matemático en general y en los niños con DM promedio; sin embargo, para los de DM bajo no se encontró un perfil cognitivo específico como grupo, sino que posiblemente se pueda hablar de perfiles individuales, reforzando la idea de tratamiento personalizado para los niños con dificultades matemáticas.

Índice General

1. Antecedentes.....	7
1.1 La importancia de las matemáticas.....	7
2. Biología de las matemáticas.....	12
2.1 Genética.....	12
2.2 Bases Neurales.....	13
2.2.1 Estudios de Resonancia Magnética.....	14
3. Neuropsicología de las Matemáticas.....	17
3.1 Modelo de McCloskey.....	17
3.2 Procesos cognoscitivos de dominio general (PDG).....	18
3.3 Procesos cognoscitivos de dominio específico (PDE).....	24
3.4 El espectro del desempeño matemático.....	25
3.5 Neuropsicología del alto/promedio desempeño matemático.....	27
3.6 Neuropsicología del bajo desempeño matemático.....	29
3.7 PDG vs PDE en el desempeño matemático.....	31
4. Planteamiento del problema.....	35
Justificación.....	35
Preguntas de investigación.....	37
Objetivos.....	37
Hipótesis de investigación.....	38
Variables.....	38
5. Método.....	39

<i>6. Resultados</i>	48
<i>7. Discusión</i>	68
<i>8. Conclusiones y Limitaciones</i>	81
<i>Referencias</i>	82
<i>Anexo</i>	95

ANTECEDENTES

1.1 La importancia de las matemáticas

Las matemáticas fungen como uno de los ejes rectores de la sociedad occidental actual debido al complejo y competitivo estilo de vida que prevalece; el manejo de las matemáticas se encuentra alrededor de la mayoría de las situaciones de la vida cotidiana, por lo que cualquier dificultad con dicho manejo suele traer altos costos para la persona que la tenga. En uno de los primeros estudios de este tema, Rivera-Bátiz (1992) y Fuchs et al., (2009) refieren que las diferencias en el nivel de las habilidades matemáticas contribuyen en mayor medida a la varianza de la productividad en el trabajo, ingresos salariales y el grado de empleabilidad, aún más que las habilidades de lectura y el coeficiente intelectual total; estos autores también mencionan que aunque las habilidades matemáticas y los años de escolaridad están relacionados, se encuentra que las matemáticas tienen un efecto independiente sobre la empleabilidad de adultos jóvenes (sin importar si son hombres o mujeres), efecto que los años de escolaridad no explican. En un extenso estudio en el Reino Unido, sobre las consecuencias a largo plazo de las dificultades en matemáticas, Hudson, Price y Gross (2009) demostraron que las habilidades que los niños adquieren durante su formación influirán a lo largo de su vida, ya que si los niños tenían dificultades a los 7 años de edad, dichas dificultades continuaban a los 11 años, cuando eran evaluados de nueva cuenta. Posteriormente en la vida adulta, las dificultades persistían, pero estas eran más diversas ya que repercutían en encontrar empleo bien remunerado, además de que se encontró una correlación directa entre el bajo desempeño matemático y conductas de tipo antisocial.

La forma más extrema de dificultades en las matemáticas en los niños tiene el nombre de discalculia o Trastorno Específico del Aprendizaje con Dificultades en las Matemáticas (TEAp-DM), en donde se presentan déficits para dominar el sentido numérico, los hechos aritméticos y/o el cálculo, además de tener dificultades en el razonamiento matemático, lo que implica que estos

niños no pueden encontrar una aplicación práctica a los conceptos y operaciones matemáticas (APA, 2013). La prevalencia de este trastorno, así como de los otros trastornos específicos del aprendizaje (lectura y escritura) está situada entre el 5 y 15% de los niños en edad escolar.

En nuestro país el desempeño matemático es un tema de suma importancia en la educación pública, y el adecuado desarrollo de estas habilidades ocupa un lugar central en los planes y programas de estudio (SEP, 2012). Desde los inicios del siglo XXI, la Secretaría de Educación Pública (SEP) se ha interesado en medir el nivel de matemáticas de los alumnos de educación básica, por lo que se han hecho algunos estudios comparativos para medir diferencias significativas en el desempeño matemático en distintos años. Por ejemplo, Backhoff y Solano-Flores (2003) mostraron que entre los años 1995 y 2000 no hubo diferencias significativas en estudiantes de 9 a 13 años de edad, en ningún periodo de tiempo. Posteriormente Vidal y Díaz (2004), realizaron un estudio comparativo del desempeño de jóvenes de 15 años, utilizando como medida los resultados obtenidos en las pruebas PISA de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Reportaron menores niveles de aprendizaje en el año 2003, comparados con los del 2000. Ellos justifican los resultados argumentando que las pruebas internacionales son de calidad, pero no representan necesariamente lo que los estudiantes mexicanos aprenden de acuerdo con los requerimientos nacionales. Con el fin de solucionar estas dificultades metodológicas y encontrar el verdadero nivel académico de los niños mexicanos, se crearon las Pruebas de Estándares Nacionales de Comprensión Lectora y Matemáticas (PENCLM) (SEP, 2000). Backhoff, Sánchez, Peón y Andrade (2010) realizaron un estudio retrospectivo, comparativo, de los resultados de los niños en las PENCLM, en los años 2000 y 2005, en una muestra total de 2000 niños que representaron todas las modalidades de educación en México (p. ej. rural, privada, pública urbana, etc.), encontrando avances significativos en matemáticas, tanto para escuelas privadas, como para las públicas y las rurales. La comparación de los resultados obtenidos por género mostró mejores

resultados en matemáticas para los hombres con respecto a las mujeres. Este último estudio centra la discusión de sus resultados en las diferencias socioeconómicas de los grupos de niños, argumentando que a mayor cantidad de oportunidades en sus escuelas y mayor capital cultural de las familias, los estudiantes mostraban mejores resultados (las escuelas privadas mostraron las mayores puntuaciones, mientras que las escuelas indígenas las menores).

La importancia que se da a las matemáticas en el mapa curricular actual, viene dada por los niveles de competencia internacional en los que se ubica México, ya que en el mundo globalizado es importante comenzar a tomar estándares internacionales. Sin embargo, la OCDE en su evaluación de 2016 reportó que los jóvenes mexicanos presentaron un rezago de 2.5 años con respecto a la media educativa, además de mostrar que el 57% de los examinados no alcanzó el nivel básico de competencias en el área de matemáticas (*“OCDE: México, 15 años en el último lugar de educación”*, 2016). Es importante mencionar que los resultados más recientes no son nada alentadores y continúan con la misma tendencia (OCDE, 2019).

Estudios específicos han demostrado que un bajo desempeño matemático puede relacionarse con necesidad de educación especial, fracaso escolar (Iglesias-Sarmiento & Deaño, 2016) y conducta antisocial (Östergren, 2013).

Para la adquisición de los conocimientos, entre ellos los numéricos, es necesario echar mano de distintos procesos cognoscitivos, que de acuerdo a su utilización se dividen en procesos cognoscitivos de dominio general (PDG) y procesos cognoscitivos de dominio específico (PDE). Los PDG tienen influencia en el aprendizaje de todos los dominios del conocimiento, tales como matemáticas, lectura, escritura, arte, etc. (Cowan & Powell, 2014) por lo tanto, son procesos que subyacen (funcionando como la base) a los PDE; por otra parte, los PDE son aquellos procesos cuyo funcionamiento entra en acción cuando se trata de resolver un problema de modalidad específica, que en el caso de las matemáticas requiere el uso de números.

En un estudio sobre las habilidades más relacionadas con el desempeño matemático, Alloway y Passolunghi (2011) encontraron que estas fueron la inteligencia, las habilidades de lenguaje, atención ejecutiva, control atencional, procesamiento fonológico, habilidades visoespaciales, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento.

El desarrollo adecuado de los PDE se refleja en el uso de estrategias maduras para la resolución de problemas matemáticos, junto con una mejor comprensión de los conceptos aritméticos en dominios como el conteo (p. ej. dejar de contar utilizando los dedos) (Iglesias-Sarmiento & Deaño, 2016).

Butterworth (2005), tomando como base lo expuesto por McCloskey, Caramazza y Basili (1985) refiere que los PDE para las matemáticas son los siguientes: transcodificación de código verbal a arábigo y viceversa, por parte del sistema de procesamiento numérico; procedimientos de cálculo (los pasos necesarios para ejecutar de manera correcta las operaciones), procesamiento de símbolos (conocimiento y correcta utilización de los símbolos de las operaciones como lo son el de suma, resta, etc.) y recuperación de hechos aritméticos (capacidad de resolver operaciones aritméticas sencillas mediante la recuperación de los resultados de la memoria a largo plazo), todos ellos componentes del sistema de cálculo.

En el desarrollo típico de las habilidades numéricas, Gelman y Gallistel (1978) proponen cinco principios que los niños presentan a partir de los 2 o 3 años de edad. Estos son: correspondencia uno a uno (cada palabra numérica corresponde a un objeto, por ejemplo, el número uno solo se puede asignar a un objeto contado), orden estable (el orden de las palabras numéricas no varía), cardinalidad (el valor de la palabra numérica final representa la cantidad de objetos contados), abstracción (objetos de cualquier clase pueden ser recolectados y contados juntos) e irrelevancia de orden (los objetos pueden ser etiquetados con un número en cualquier secuencia). Se ha encontrado que -en general- los niños con bajo desempeño matemático conocen de manera

inconsciente estos principios, sin embargo, presentan dificultades en comprender el de irrelevancia de orden (Geary, 2004) lo que puede llevarlos a no poder detectar ni corregir sus errores a la hora de contar (Ohlsson & Rees, 1991). Posteriormente, a partir de los 3 y hasta los 6 años de edad el niño va desarrollando habilidades más complejas, como lo son el conteo y habilidades aritméticas, lo cual incluye el manejo de los símbolos de las operaciones, hechos aritméticos, procedimientos y resolución de problemas (Butterworth, 2005). En niños de primaria el PDE que más frecuentemente se encuentra asociado con el bajo desempeño matemático es la dificultad para la recuperación de los hechos aritméticos (Hanich, Jordan, Kaplan, & Dick, 2001).

1. Biología de las matemáticas

2.1 Genética

Aún no se han establecido de manera clara los correlatos genéticos específicos que pudieran estar implicados en el TEAp-DM (Fletcher, Reid-Lyon, Fuchs & Barnes, 2006) sin embargo, se ha encontrado que éste trastorno es más común en unas familias que en otras. La prevalencia del TEAp-DM puede llegar a elevarse hasta 10 veces más en los individuos que pertenecen a familias donde alguno de sus miembros presenta problemas aritméticos, en comparación con la población en general (Shalev et al., 2001). Oliver et al., (2004) indican que estudios cuantitativos de genética llegan a estimar la heredabilidad del desempeño matemático en un rango que va de 20% a 90%.

Estudios genéticos realizados a niños con distinto desempeño matemático (Plomin & Kovas, 2005) indican que los trastornos del aprendizaje son un extremo cuantitativo de un desempeño adecuado, por lo que se tienen las mismas influencias genéticas para presentar un alto desempeño en matemáticas que para un TEAp-DM. En el mismo estudio, se encuentra que aproximadamente dos tercios de los factores genéticos que contribuyen a la variación en el desempeño matemático también afectan el desempeño en la lectura, lo que podría explicar la gran comorbilidad entre problemas en matemáticas y lectura. Estos autores concluyen que los genes responsables del desempeño matemático tienen componentes generales (afectan también el desempeño en habilidades de lectoescritura, por ejemplo) y componentes específicos (afectan aspectos particulares de las habilidades matemáticas), los cuales van a influir en gran medida los resultados en las pruebas aplicadas a los niños, sin embargo también hacen notar la importancia de factores ambientales, por lo que no se puede decir que el desempeño matemático sólo está influido por aspectos genéticos.

En años más recientes se ha propuesto que una variante en el código rs133885 en el gen que codifica la miosina-18B es el causante de dificultades matemáticas, teniendo especialmente un

gran efecto en niños con dislexia (Ludwig et al., 2013) por lo tanto, este gen podría ser el responsable de manera parcial, de las habilidades matemáticas; sin embargo, Pettigrew et. al. (2015) decidieron replicar dicho estudio utilizando el mismo método, consistente en dividir a los sujetos en distintas cohortes dependiendo de las características presentadas. En este estudio no se encontró asociación alguna entre las habilidades matemáticas y el código rs133885, por lo que aún se necesitan más estudios para poder llegar a conclusiones más sólidas sobre los genes específicos que influyen en las habilidades matemáticas.

2.2 Bases neurales

Josef Gerstmann famoso neurólogo de principios del siglo XX, fue uno de los primeros en realizar estudios sobre los fundamentos neuroanatómicos de las habilidades numéricas. Reportó que las lesiones del giro angular izquierdo, se caracterizaban por agrafia, agnosia digital, confusión en la orientación derecha-izquierda y acalculia, conjunción de signos que lleva por nombre síndrome de Gerstmann (Portellano, 2011).

Se ha alcanzado un consenso acerca de que las áreas responsables de las habilidades matemáticas son circuitos neuronales en los que participa el lóbulo parietal inferior (Prieto-Corona, Rodríguez-Camacho y Sandoval, 2016), la corteza intraparietal, el giro del cíngulo y el lóbulo frontal (Goldstein & Schwebach, 2009), mientras que Portellano (2011) menciona que se considera a las áreas 39-40 de Brodmann del lóbulo parietal izquierdo (giro angular y supramarginal) como las regiones más importantes para la realización de las operaciones matemáticas, pues en ellas se da una integración sensorial multimodal.

Se ha encontrado una diferenciación hemisférica en cuanto a las funciones matemáticas a través de diversos estudios de lesión cerebral. Temple y Posner (1998) encontraron que la sintaxis numérica (conocer el orden en que se tienen que escribir los números) y el acceso lexical para los

números (conocer el nombre de cada número), se asociaban frecuentemente con el hemisferio izquierdo, mientras que la falla en la comprensión del número se asociaba con daño en la corteza parietal inferior de ambos hemisferios.

2.2.1 Estudios de Resonancia Magnética Funcional (RMf) en tareas aritméticas

Se ha llegado a un consenso de que el *surco intraparietal* resulta ser una región destacada para el cálculo y el procesamiento numérico (Redolar, 2014). En niños diagnosticados con discalculia o con TEAp-DM se ha encontrado que el surco intraparietal tiene anomalías estructurales y funcionales, por lo que se le ha llegado a considerar como el origen neural de la discalculia (Peters & De Smedt, 2017).

Hablando específicamente de las tareas que activan la región del surco intraparietal, se ha visto que ésta responde a la magnitud (velocidad, tiempo, tamaño) sin importar el formato en que se presente; también que se activa durante la realización de tareas de cálculo, ya sea cálculo exacto o aproximado, lo que ha llevado a inferir que el surco intraparietal se activa por la mera presencia de estímulos numéricos, siempre y cuando tengan un significado cuantitativo. Piazza, Pinel, Lebihan y Dehaene (2007) estudiaron los aspectos no simbólicos del procesamiento numérico encontrando que la respuesta del surco intraparietal aumenta cuando se varía el número de elementos, o hay un cambio de magnitud, y disminuye cuando se repite la presentación de conjuntos con el mismo número de elementos. También se ha visto activación del surco intraparietal izquierdo cuando los participantes intentan estimar la cantidad de los objetos que ven, independientemente del formato en que se presenten (p. ej. imágenes, puntos, etc.), mientras que el surco derecho se activa solamente cuando se presentan números arábigos (Ansari, 2007).

Cuando se trata de operaciones aritméticas que tienen que ser resueltas de manera mental (cálculo mental), se activa además de la corteza parietal, la corteza prefrontal dorsolateral, ya que

no solo se requieren habilidades básicas de cálculo (sumar, restar, multiplicar, dividir) sino que se necesita mantener la información en la mente y manipularla para poder hacer los cálculos de forma serial, esta habilidad de dominio general es la memoria de trabajo (Owen et al., 2005).

Como puede observarse, varias tareas de procesamiento matemático activan al surco intraparietal, sin embargo, dicho procesamiento se puede dividir en distintas tareas. Arsalidou y Taylor (2011) realizaron un meta-análisis acerca de las regiones cerebrales activadas de acuerdo con la tarea aritmética realizada. Describieron que para las tareas de procesamiento numérico, la mayoría de las áreas activas se encontraron en los lóbulos parietales, especialmente en sus partes superiores e inferiores. En las tareas de cálculo y operaciones aritméticas, se observó actividad en regiones parietales similar a la encontrada en las tareas de procesamiento numérico, sin embargo, también se activaron regiones prefrontales tales como los giros frontales superior y medio.

Para las operaciones aritméticas básicas tomadas como tareas individuales, se observó una activación significativa en áreas visuales, parietales, frontales y prefrontales, ínsula derecha y el tálamo de forma bilateral para sumas; activación significativa en regiones visuales occipitales y temporales, áreas parietales, regiones prefrontales y frontales, en las dos ínsulas y en el lóbulo derecho del cerebelo para las restas; para la multiplicación se observó una asociación significativa en la actividad de varias regiones: las occipitotemporales visuales, parietales, temporales, así como frontales y prefrontales, al igual que activación bilateral del giro del cíngulo, ambos tálamos, claustró izquierdo, ínsula derecha, cuerpo del núcleo caudado y cerebelo derecho, lo que lleva a inferir que mientras mayor sea la complejidad de la tarea matemática, más áreas cerebrales se activan (Peters & De Smedt, 2017).

Recientemente Kersey, Wakim, Li y Cantlon (2019) realizaron estudios para encontrar diferencias anatómicas en el procesamiento numérico en el cerebro de los niños cuando es comparado con el de los adultos; se encontró que los adultos no presentan regiones cerebrales

distintivas en comparación con los niños, ya que en ambos las regiones que más actividad registraron fueron el surco intraparietal, giro frontal inferior, giros temporales superior y medio, corteza temporal inferior y corteza occipital, todas las zonas se activaron de forma bilateral. Mientras que en los niños se encontró que las regiones que en ellos se activan y no así en los adultos son el giro angular izquierdo, giro postcentral bilateral, giro frontal inferior bilateral, giro superior y medio frontal y lóbulo temporal anterior. En un metaanálisis, Arsalidou, Pawliw-Levac, Sadeghi y Pascual-Leone (2017) encontraron que, además de las regiones anteriormente mencionadas, la ínsula y el claustró mostraron gran actividad durante tareas de cálculo.

En resumen, las áreas cerebrales que más se han visto relacionadas con el procesamiento matemático ya sea en estudios de lesión o de neuroimagen son: el lóbulo parietal inferior izquierdo, giro angular izquierdo, surco intraparietal izquierdo, giro supramarginal izquierdo, lóbulo frontal (cuando se trata de tareas que involucran a la memoria de trabajo), lóbulo temporal izquierdo (principalmente los giros superior y medio), núcleos subcorticales (núcleo caudado y tálamo) y el cerebelo.

3. Neuropsicología de las matemáticas

3.1 Modelo de McCloskey

McCloskey et al. (1985) plantearon un modelo cognitivo sobre las habilidades matemáticas a partir de estudios con pacientes diagnosticados con discalculia; los componentes son módulos independientes pero interrelacionados, los cuales se desarrollan a partir de la experiencia que el niño tiene a lo largo de su vida, por lo tanto, los módulos no son innatos (McCloskey, 1992). De manera resumida, el modelo de McCloskey separa los módulos en dos grandes componentes, independientes entre sí, estos son el *sistema de procesamiento numérico* y el *sistema de cálculo* (Figura 1), de los cuales se obtienen los PDE que son de interés para esta investigación.

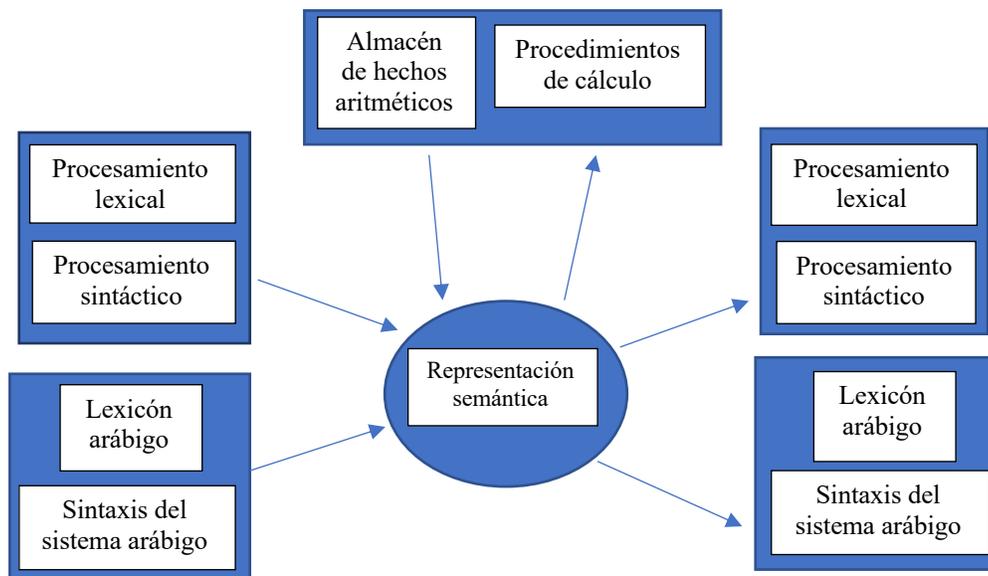


Figura 1. Modelo cognitivo de habilidades matemáticas de McCloskey (1992) tomado de Yañez y Prieto (2013).

El componente de procesamiento numérico se divide en dos: comprensión y producción numéricas, representados en las cajas izquierda y derecha, respectivamente (Figura 1). Los procesos de comprensión numérica transforman los números, ya sea de modalidad auditiva (fonológica) o visual (grafémica cuando el número está escrito en letras, o arábigo cuando el número está escrito con dígitos arábigos) a representaciones abstractas con significado

(representación semántica). McCloskey, Aliminosa y Macaruso (1991) indican que los procesos de producción numérica transforman las representaciones abstractas con significado de los números a salidas de forma verbal, grafémica o arábica. Es importante mencionar que existe una división de procesos en estos dos componentes: proceso lexical (comprensión y expresión de los elementos individuales de un número, lo cual incluye dígitos, puntos y comas) y proceso de sintaxis (la relación entre los elementos que componen el número, incluyendo el orden en que deben presentarse).

El otro gran componente del modelo de McCloskey es el sistema de cálculo, que para funcionar adecuadamente tiene como prerrequisito que el sistema de procesamiento numérico funcione correctamente (McCloskey et al., 1991), ya que se necesita comprender, dar significado y producir números. Dentro del sistema de cálculo, se hace la distinción del almacén de hechos aritméticos (recuperación de resultados de operaciones sencillas de la memoria a largo plazo) y procedimientos de cálculo (correcta aplicación de los algoritmos para poder resolver operaciones aritméticas), el cual incluye un componente para símbolos y palabras operacionales (correcta comprensión de los distintos signos de las operaciones, p. ej. suma +, resta -, multiplicación x, y división /) (McCloskey, et al., 1985).

3.2 Procesos cognoscitivos de dominio general (PDG)

Los PDG se definen como los procesos cognitivos que son relevantes para el aprendizaje de cualquier habilidad académica, tal y como lo son las matemáticas, lectura y escritura (Peters & De Smedt, 2017).

Tomando como ejemplo estudios realizados por Geary (2011), una definición operacional del rendimiento en los procesos cognoscitivos de dominio general es la ejecución en las escalas de Wechsler, usadas para estimar tanto las habilidades verbales o cristalizadas como las no

verbales/perceptuales o fluidas. Dicho autor encontró una relación entre ambos tipos de inteligencia y las habilidades aritméticas, explicando que a mayor coeficiente intelectual total mejor desempeño en las tareas matemáticas, esto debido a que las pruebas de aritmética empleadas iban incrementando en nivel de dificultad, por lo tanto conforme se avanzaba en las tareas de aritmética, se ejercía un mayor peso en las habilidades de comprensión y abstracción, las cuales a su vez, también están relacionadas con el coeficiente intelectual, ya que a mayor CI mayores habilidades de resolución de problemas y abstracción.

Por su parte, Deary, Strand, Smith y Fernandes (2007) en un estudio realizado en Inglaterra, refieren que la inteligencia explica más del 50% de la varianza para el desempeño aritmético, dicho desempeño fue medido con exámenes públicos nacionales (National GCSE/GNVQ Public Examination). El desempeño aritmético fue el aspecto medido con mayor grado de varianza explicada.

En este trabajo las siguientes habilidades serán consideradas como de dominio general: Comprensión Verbal, Razonamiento Perceptual, Memoria de Trabajo, Velocidad de Procesamiento, Coeficiente Intelectual, Procesamiento Fonológico, y habilidades de Lectura y Escritura.

Comprensión Verbal (CV)

Se refiere a la amplitud y profundidad del conocimiento adquirido, ya sea en la educación formal (escuela) o informal (vida), acerca de una cultura y la aplicación efectiva de éste; el conocimiento está principalmente basado en el lenguaje; comprende habilidades específicas tales como el conocimiento del léxico, desarrollo del lenguaje e información en general (Flanagan & Kaufman, 2012).

Es evaluada a través del índice de comprensión verbal (ICV) del WISC-IV, dicho índice se obtiene de las puntuaciones escalares obtenidas en las tareas de Semejanzas, Vocabulario y Comprensión.

Hay estudios que indican que el puntaje obtenido en tareas de razonamiento y abstracción verbal corresponde de forma significativa con el desempeño matemático, ya que estas habilidades son cruciales para resolver problemas aritméticos presentados de manera verbal (Morsanyi et al., 2013).

Razonamiento Perceptual (RP)

Se refiere a las tareas que involucran el uso de Razonamiento fluido y Procesamiento visual; este tipo de razonamiento es no verbal y engloba al razonamiento inductivo y deductivo, el cual se puede medir mediante la formación y reconocimiento de conceptos, percepción de las relaciones entre patrones, obtención de conclusiones, comprensión de implicaciones, resolución de problemas, extrapolación y reorganización o transformación de información (Flanagan & Kaufman, 2012). Este proceso es evaluado a través del índice de razonamiento perceptual (IRP) del WISC-IV, dicho índice se obtiene de las puntuaciones escalares obtenidas en las tareas de Conceptos con Dibujos, Matrices y Diseño con Cubos.

Prescott et al., (2010) indican que existe una correlación positiva entre las habilidades matemáticas y el desempeño en tareas que involucran el uso de bloques, teniendo como posible explicación que las habilidades visuoespaciales son necesarias para realizar cálculos aritméticos.

Memoria de trabajo (MT)

Es definida como el mantenimiento en mente de la información, así como la manipulación y transformación de ésta con el fin de planificar y guiar la conducta (Tirapú-Ustarroz, García-Molina,

Luna-Lario, Roig-Rovira & Pelegrin-Valero, 2008). Este proceso es evaluado a través del índice de memoria de trabajo (IMT) del WISC-IV, dicho índice se obtiene de las puntuaciones escalares obtenidas en las tareas de Retención de dígitos y Sucesión de números y letras.

Se refiere que la MT es el proceso que más implicaciones tiene en la adquisición de la competencia matemática (Geary, 2011). Involucra la dirección de la atención por el ejecutivo central, el cual controla la representación y manipulación de la información proveniente de la memoria a corto plazo (Baddeley, 1986). Más específicamente, el bucle fonológico almacena la información auditiva, la agenda visuoespacial guarda la información espacial y visual, y el ejecutivo central es quien decide hacia donde enfocar la atención (Baddeley, 1986). Toll et al., (2011) han encontrado deficiencias en todos estos componentes en niños con TEAp-DM, con un rendimiento por debajo de lo esperado para la edad del niño en pruebas estandarizadas, el cual traerá consecuencias negativas para su vida en general (APA, 2013).

Velocidad de procesamiento (VP)

Es definida como el número de respuestas correctas que una persona es capaz de ofrecer en una prueba que requiere una serie de operaciones cognitivas en un tiempo limitado de ejecución (Lahera, et al., 2017).

Este proceso es evaluado a través del índice de velocidad de procesamiento (IVP) del WISC-IV, dicho índice se obtiene de las puntuaciones escalares obtenidas en las tareas de Claves y Búsqueda de símbolos.

Fuchs et al., (2010) encontraron evidencia de una correlación positiva entre la *memoria de trabajo* y la velocidad de procesamiento en la fluidez para la resolución de problemas aritméticos.

Coeficiente Intelectual Total

El coeficiente intelectual es uno de los aspectos más relacionados con la capacidad aritmética de una persona, se define como la habilidad para resolver problemas novedosos, así como para recabar y utilizar información previamente almacenada (Damasio, et al., 2012).

Este proceso es evaluado a través del coeficiente intelectual total (CIT) del WISC-IV, dicho índice se obtiene de las puntuaciones de ICV, IRP, IMT e IVP.

En un estudio longitudinal de 5 años realizado con niños de 1ero hasta 5to de primaria, Geary (2011) encontró que la inteligencia, junto con la velocidad de procesamiento y el ejecutivo central de la memoria de trabajo, son los procesos que predecirán el desempeño matemático del niño.

Procesamiento fonológico

Se refiere a las operaciones mentales que un individuo hace de la estructura fonológica o de sonido del lenguaje oral, cuando está en proceso de aprender a decodificar el lenguaje escrito (Yañez & Prieto, 2013); las deficiencias en este proceso son una posible causa de problemas para la producción y comprensión de números, así como para adquirir las representaciones arábicas de los números (p. ej. 54) y para traducir los números de una representación a otra (p. ej. “cincuenta y cuatro” a “54”). Varios autores han encontrado diferencias significativas en este proceso al comparar niños con TEAp-DM vs niños control, siempre con resultados favorables para los niños control (Dehaene, 1992; McCloskey, 1992; Passolunghi, 2011).

Geary y Hoard (2001) refieren que el mecanismo de recuperación de hechos aritméticos se explica por el uso repetido del conteo para resolver problemas, (p. ej. $5 + 3$) que eventualmente lleva a la formación de una asociación entre el problema y las respuestas generadas por medio del conteo, que después de realizarse muchas veces, lleva a una recuperación automática de la

respuesta asociada. Debido a que el conteo involucra la articulación de los números con palabras, haciendo uso de los sistemas de lenguaje y de procesamiento fonológico, cualquier desviación del neurodesarrollo de estos sistemas puede poner al niño en riesgo de padecer bajo desempeño en las matemáticas y en la lectura. Así, teóricamente las deficiencias en el procesamiento fonológico también pueden estar involucradas en el bajo desempeño matemático.

Habilidades de Lectura y Escritura

Las habilidades de lectoescritura son aquellas que hacen posible la utilización del código alfabético ya sea para adquirir conocimiento (lectura) como para expresarlo (escritura).

De las subpruebas utilizadas en la BANETA, Yañez y Prieto (2013) indican que la lectura de palabras frecuentes, infrecuentes, pseudopalabras y pseudopalabras homófonas es la prueba determinante en el diagnóstico de los trastornos de lectura, pues evalúa la precisión y velocidad de decodificación de distintos tipos de palabras.

Geary (1993) explica que TEAp-DM y TEAp-L coocurren debido a déficits neuropsicológicos en común a nivel en la representación y recuperación de información semántica de la memoria a largo plazo, la cual incluye la recuperación de hechos aritméticos y por lo tanto el reconocimiento de palabras y dificultades en la conciencia fonológica cuando se está leyendo. Dicho déficit está sustentado neuroanatómicamente en las regiones posteriores del hemisferio izquierdo. Esto podría explicar la alta comorbilidad entre dichos trastornos (Ackerman & Dykman, 1995; APA, 2013).

3.3 Procesos cognoscitivos de dominio específico (PDE)

Son definidos como los procesos cognitivos que de forma específica, son relevantes para el aprendizaje de las matemáticas, pero no para otras habilidades académicas (Peters & De Smedt, 2017).

Procesamiento numérico

Transcodificación de código verbal-arábigo: definida como el paso de un código verbal a un código arábigo (Yáñez & Prieto, 2013). En esta tarea se le pide al niño que escriba con números arábigos lo que se le dicte (p. ej. el niño escucha “diecisiete” y escribe “17”).

Transcodificación de código arábigo a alfabético: definida como el paso de un código arábigo a uno alfabético escrito (Yáñez & Prieto, 2013). En esta tarea se le pide al niño que escriba con letra los números arábigos que observa (p. ej. el niño observa “15” y escribe “quince”).

Sistema de cálculo

Procedimientos de cálculo: Vukovic, Lesaux y Siegel (2010) los definen como la habilidad para realizar cálculos utilizando algoritmos específicos (una serie de pasos) y aritmética (aplicación de las reglas de las operaciones matemáticas, como la suma, resta, multiplicación y división, así como el correcto uso de sus símbolos). Por su parte Karagiannakis, Baccaglioni-Frank y Papadatos (2014) los definen como el uso de conceptos aritméticos, ideas y relaciones, entendiendo los pasos múltiples en procesos complejos.

Russell y Ginsburg (1984) reportan que niños de cuarto grado de primaria con bajo desempeño matemático, cometen mayor cantidad de errores al resolver multiplicaciones y sumas complejas, comparados con niños control. Los errores que solían cometer eran al alinear los

números al escribirlos en el papel, y con los números que “llevaban” por la operación hecha un momento antes.

Procesamiento de símbolos: definido como la correcta utilización del uso de los símbolos aritméticos, cuando estos están aplicados en una operación de cálculo (Östergen, 2013), por lo que el niño tendrá que utilizar de forma correcta los signos de las operaciones.

Recuperación de hechos aritméticos: al avanzar la madurez cognoscitiva, a modo de “ahorro” de procedimientos, las operaciones más simples dejan de estar basadas en operaciones de cálculo en sí, para formar parte ahora de la memoria (Peters & De Smedt, 2017). Esto se conoce como recuperación de hechos aritméticos. Dicha recuperación es de sumas y restas de un solo dígito en los primeros años de primaria, y en los siguientes grados escolares se agregan las tablas de multiplicar (Vukovic, et al., 2010).

Muchos niños con bajo desempeño matemático no exhiben la capacidad para cambiar de la resolución de operaciones basada en el cálculo a la resolución basada en los hechos aritméticos (Ostad, 1997). Esta deficiencia es hallada de forma consistente en la comparación con niños sin problemas aritméticos (Swanson & Jerman, 2006). Aunado a lo anterior, también se sabe que el procesamiento fonológico y el sistema de memoria semántica son la base para la recuperación de hechos aritméticos (Träff & Passolunghi, 2015).

3.4 El espectro del desempeño matemático

En el proceso de desarrollo del conocimiento aritmético, inicialmente el niño emplea estrategias externas, tal y como lo son el conteo con dedos o la utilización de distintos objetos que representan los conceptos numéricos, para después progresar al uso de estrategias internas, como lo son el conteo verbal y mental (Peters & De Smedt, 2017).

Conceptualmente, el desempeño matemático puede definirse como el grado de capacidad que tiene una persona para formular, emplear e interpretar las matemáticas (OCDE, 2019). El desempeño matemático es resultado de varios componentes, como el conocimiento básico de los números, la recuperación de los hechos aritméticos, la comprensión de los conceptos matemáticos y la habilidad para seguir procedimientos en la resolución de problemas (Campos, Almeida, Ferreira, Martinez, & Ramalho, 2013).

El desempeño matemático puede clasificarse de distintas maneras, esto siempre dependerá de los criterios usados. Yáñez y Prieto (2013), en la Bateria Neuropsicológica para la Evaluación de los Trastornos del Aprendizaje -BANETA- nos brindan cinco categorías de rango distintas, las cuales están fundamentadas por percentiles, que a su vez fueron obtenidos de forma estadística; dichas categorías son: rendimiento sumamente bajo (deficiente), rendimiento bajo, rendimiento promedio bajo, rendimiento promedio alto y rendimiento muy alto.

- Rendimiento sumamente bajo (deficiente): rendimiento por debajo de lo esperado para la edad del niño en pruebas estandarizadas (APA, 2013), como lo son la BANETA y TEMA-3 (ver instrumentos de evaluación en apartado de método). Los niños que muestran este tipo de rendimiento tienen características del Trastorno Específico del Aprendizaje con dificultad en las Matemáticas (APA, 2013) o discalculia.
- Rendimiento bajo: rendimiento entre los percentiles 20 y 10 en la mayoría de las tareas matemáticas de la BANETA y TEMA-3. Aquí entran los niños que tienden a mostrar grandes dificultades para entender temas nuevos en matemáticas, y obtienen calificaciones inferiores al promedio de sus compañeros (Yáñez & Prieto, 2013).
- Rendimiento promedio bajo: rendimiento entre los percentiles 40 y 30 en la mayoría de las tareas matemáticas de la BANETA y TEMA-3. Se incluyen a los niños que obtienen

calificaciones aprobatorias en las pruebas de matemáticas, pero sin destacar. Es importante mencionar que en esta categoría y en la siguiente (rendimiento promedio alto) se ubica la mayoría de los niños (40%) de la población escolar general.

- Rendimiento promedio alto: rendimiento entre los percentiles 80 y 50 en la mayoría de las tareas matemáticas de la BANETA y TEMA-3. Se incluyen a los niños que tienden a tener pocas dificultades para entender temas nuevos en matemáticas, y obtienen calificaciones superiores al promedio de sus compañeros (Yáñez & Prieto, 2013).
- Rendimiento muy alto: rendimiento por arriba del percentil 90 en la mayoría de las tareas matemáticas de la BANETA y TEMA-3. En esta categoría se incluirán a los niños que demuestran habilidades sobresalientes, ya que solo el 10% de los niños mostrarán tanta facilidad y habilidad para las matemáticas.

3.5 Neuropsicología del alto/promedio desempeño matemático

Los estudios sobre habilidades matemáticas promedio y/o sobresalientes son proporcionalmente raros en comparación con los realizados en personas con dificultades en el procesamiento matemático (Myers, Carey & Szücs, 2017).

Algunos autores han hecho perfiles específicos para cada proceso cognitivo en sujetos sobresalientes. Morsanyi, Devine, Nobes y Szücs (2013) aplicaron una batería de pruebas neuropsicológicas diversas a tres grupos de niños: con desempeño matemático alto, promedio y bajo. De sus resultados destaca que el puntaje obtenido en tareas de razonamiento y abstracción verbal (esto fue medido con distintos tipos de problemas lógico-verbales, creados de forma específica para el estudio, p. ej. “Los gorilas son más fuertes que los perros, los perros son más fuertes que los conejos, ¿los gorilas son más fuertes que los conejos?”) correspondía de forma significativa con el desempeño matemático, esto significa que los niños de alto desempeño

matemático obtuvieron el mayor puntaje en las tareas de razonamiento y abstracción verbal mientras que los niños de bajo desempeño matemático obtuvieron el peor puntaje de los 3 grupos.

En adolescentes con buen desempeño matemático, Prescott, Gavrilesco, Cunnington, O'Boyle y Egan (2010) analizaron habilidades visuoespaciales con tareas de rotación mental, donde por medio de un software se presentaron diversas imágenes que tenían que rotar (con un control que era manipulado con los dedos medio e índice de la mano) de tal forma que alcanzaran las imágenes objetivo y cómo este adecuado desempeño se reflejaba en la Resonancia Magnética Funcional. Estos autores concluyeron que los adolescentes que presentaban adecuadas habilidades matemáticas tuvieron un desempeño significativamente mejor en las tareas de uso de bloques, además de un incremento significativamente mayor en la conectividad entre la corteza prefrontal-premotora y fronto-parietal. En 1990, Benbow y Minor encontraron que adolescentes con alto desempeño matemático presentaban mejores habilidades de razonamiento no verbal y visuoespaciales en comparación con aquellos que presentaban un alto desempeño en habilidades verbales. Por lo que las habilidades visuoperceptuales (no verbales) predicen mejor las habilidades matemáticas en comparación con las verbales. Por último, es importante mencionar el estudio de Robinson, Abbott, Berninger y Busse (1996), en preescolares clasificados como con razonamiento matemático avanzado, en el que se realizó un análisis factorial confirmatorio, que demostró una alta y significativa correlación entre las tareas visuoespaciales y el razonamiento matemático avanzado ($r = 0.73$ para niñas y $r = 0.76$ para niños).

Los estudios que relacionan a la memoria de trabajo con el adecuado desempeño matemático son de los más antiguos y frecuentes. Dark y Benbow (1991, 1994) condujeron estudios de comparación entre adolescentes considerados con alto desempeño matemático y adolescentes con alto desempeño de habilidades verbales, encontrando que los de alto desempeño matemático presentaban habilidades significativamente mejores en las tareas de dígitos inversos (memoria de

trabajo) en comparación con el otro grupo de adolescentes. Ruthsatz, Ruthsatz-Stephens y Ruthsatz (2014) realizaron perfiles cognitivos de niños considerados como prodigios en tres áreas: arte, música y matemáticas. Encontraron que cada uno de estos tres grupos de niños tenían un perfil cognitivo distintivo, destacando que el grupo de prodigios en matemáticas y música presentaron puntuaciones por arriba de lo esperado en las tareas de memoria de trabajo y de forma particular, los prodigios en matemáticas presentaron las puntuaciones más altas en coeficiente intelectual y habilidades visuoespaciales.

Paz-Baruch et al., (2014) estudiaron la velocidad de procesamiento en adolescentes que fueron agrupados y categorizados según su desempeño matemático, encontrando que aquellos con un desempeño matemático alto y con un coeficiente intelectual total alto (arriba de una desviación estándar como mínimo) presentaban altas puntuaciones en velocidad de procesamiento. Fuchs et al., (2010) encontraron evidencia de una correlación entre la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento en la fluidez para la resolución de problemas aritméticos.

En resumen, se puede decir que los estudios realizados en niños y adolescentes clasificados con desempeño matemático normal y alto mostraron habilidades significativamente mejores de abstracción y razonamiento verbal, habilidades de razonamiento no verbal (inteligencia fluida), memoria de trabajo y velocidad de procesamiento en comparación con los sujetos clasificados con bajo desempeño matemático.

3.6 Neuropsicología del bajo desempeño matemático

Estudios extensos sobre las funciones neuropsicológicas han arrojado un patrón relativamente estable del funcionamiento de sujetos con bajo desempeño matemático, la mayoría de estos estudios fueron realizados en niños.

En el dominio de la *atención* presentan déficits para lograr una adecuada reproducción de dígitos y tienden a ignorar los signos de las operaciones; en *memoria* se reportan fallas para evocar hechos aritméticos de forma automática, lo cual lleva a una deficiente resolución de problemas aritméticos; en la *percepción* se encuentran problemas para identificar los números que deben reagruparse, al acomodarse de arriba-abajo de derecha-izquierda y viceversa, situación que se observa principalmente en la multiplicación y en la división; también se reportan deficiencias en el *lenguaje*, sobre todo para relacionar conceptos matemáticos con sus significados; por último se han encontrado problemas de *lectura*, en especial para entender el vocabulario matemático y para resolver problemas aritméticos (Prieto-Corona et al., 2016).

Geary (1993), y Swanson y Beebe-Frankenberger (2004) reportaron déficits en las *funciones ejecutivas* de los niños con estos problemas, especialmente en el automonitoreo, la velocidad de procesamiento durante la resolución de problemas y en la memoria de trabajo; se hizo énfasis en esta última función ya que en el cálculo mental estos pacientes olvidan las operaciones que están trabajando, lo que conduce a una marcada dificultad para resolver lo que se les pide.

Las habilidades de lectoescritura se han visto relacionadas con las habilidades matemáticas ya que existe un gran riesgo de presentar dificultades de este tipo, junto con dificultades en el procesamiento matemático (Dirks et al., 2008). Existen varias hipótesis que tratan de explicar la relación entre la lectoescritura y el procesamiento matemático, una de las cuales indica que a pesar de que ambos tipos de dificultades tienen manifestaciones conductuales diferentes, comparten el mismo tipo de deficiencia a nivel neuronal (Peters & De Smedt, 2017). Esta consiste en una hipoactivación del giro supramarginal izquierdo cuando se compara a niños con cualquiera de estas dificultades (lectoescritura o matemáticas) con la norma.

La relación entre el procesamiento matemático y el procesamiento fonológico no se encuentra tan clara como aquella entre el procesamiento fonológico y la lectoescritura (Ozernov-

Palchik, Yu, Wang & Gaab, 2016) y sólo ha sido estudiada en niños con dificultades en el procesamiento matemático, no así en niños con adecuadas/sobresalientes habilidades matemáticas; dicha relación existe ya que la recuperación de hechos aritméticos (que es un PDE) se ve facilitada por el procesamiento fonológico (PDG), lo cual involucra habilidades de percepción y manipulación de sonidos del lenguaje, y los hechos aritméticos son almacenados como código lingüístico (Geary & Hoard, 2001; Träff & Passolunghi, 2015) dentro de la memoria a largo plazo (PDG).

3.7 PDG vs PDE en el desempeño matemático

La relación entre los PDG y los PDE en la adquisición de habilidades matemáticas ha sido objeto de algunos estudios. Se ha buscado aclarar si la adquisición de las matemáticas se basa principalmente en los PDG, como las habilidades en el razonamiento o la abstracción, en los diferentes tipos de memoria y/o habilidades visoespaciales, entre otras, o si más bien se basa en los PDE puesto que los humanos y algunos primates nacemos con capacidades específicas para las matemáticas (Butterworth, 2005). Con respecto a lo anterior, von Aster y Shalev (2007) sostienen que - teóricamente- los PDG funcionan como el marco que sustenta el conocimiento numérico que se va a obtener posteriormente. Sin embargo, otros estudios han encontrado que los PDE y los PDG por separado sustentan de forma particular los distintos aspectos matemáticos (Östergren, 2013). Como ejemplo de lo anterior, Fuchs et al., (2010) refieren que la habilidad para resolver problemas aritméticos está sustentada por ambos tipos de procesos, mientras que la capacidad para resolver operaciones sencillas de manera fluida (recuperación de hechos aritméticos -PDE-) está sustentada sólo por PDE.

Geary y Hoard (2001) indican que para la mayoría de los pacientes con dificultades en la lectura y en matemáticas, los problemas centrales se encuentran en el procesamiento fonológico

(perteneiente a los PDG); esto puede afectar el acceso a los hechos aritméticos (PDE) almacenados en la memoria a largo plazo. Cabe destacar que el mecanismo que relaciona al procesamiento fonológico con la recuperación de los hechos aritméticos es que los hechos aritméticos (PDE) se encuentran almacenados en la memoria a largo plazo (PDG) y la habilidad para recuperarlos se da a través del procesamiento fonológico (PDG), el cual consiste en percepción y manipulación de los sonidos del lenguaje.

Swanson, Jerman y Zheng (2008) sugieren que las habilidades de dominio específico son necesarias pero insuficientes para garantizar la resolución de problemas aritméticos, esto debido a que en distintas fases del desarrollo del niño se requiere el uso de procesos cognoscitivos que no están relacionados con las matemáticas.

Por el contrario, de acuerdo con Butterworth (2005) no es necesaria una base cognoscitiva general para el desarrollo de la capacidad numérica. Afirma que el niño normal va a pasar por hitos en los que desarrollarán ciertas habilidades numéricas independientemente de los procesos cognoscitivos generales. Esto es, a los 2 años comenzará a aprender la secuencia del conteo por palabra, o a los 7 años va a poder recuperar hechos aritméticos de la memoria. Por lo que, a grandes rasgos, el desarrollo aritmético puede observarse en términos de un entendimiento creciente de la numerosidad y sus implicaciones, aumentando la habilidad para manipular estos números, y cualquier trastorno del cálculo implicaría un déficit en el concepto de la numerosidad, entendida como el significado distintivo de las expresiones numéricas para denotar el número de elementos en un conjunto (Butterworth, 2005). En un estudio para probar la prevalencia de los PDE para la adquisición de las habilidades numéricas en los niños, Fuchs et al., (2010) realizaron un experimento con 205 niños de los primeros tres grados de educación primaria encontrado que la fluidez (rapidez) para resolver problemas aritméticos simples (p. Ej. $5 + 7 = 12$), habilidad también conocida como recuperación de hechos aritméticos (PDE), explicó 65.6% de la varianza, mientras

que si también se tomaban en cuenta PDG (principalmente memoria de trabajo y atención) el grado de varianza explicada solamente aumentó 2.1%, por lo que los autores concluyeron que el procesamiento matemático está más influido por PDE.

Existe investigación que mide ambos tipos de procesos cognoscitivos para encontrar aquéllos que explican la mayor varianza, como ejemplo se encuentra la investigación de Iglesias-Sarmiento (2008) realizada con 138 alumnos de educación primaria, formando distintos grupos: dificultades aritméticas, competencia aritmética normal y alta competencia aritmética (tomando como criterio de clasificación los resultados de los niños en la Batería Neuropsicológica de Evaluación de las Habilidades Aritméticas, la cual fue desarrollada ex profeso por el mismo autor). Los resultados indicaron que el desempeño aritmético es un constructo altamente complejo, el cual viene dado por el desempeño de PDG, como lo son las funciones ejecutivas, procesamiento sucesivo, (la información solo puede ser procesada cuando se ordena de forma secuencial, p. ej. tareas de procesamiento fonológico) y procesamiento simultáneo (información de distintos tipos que entra y es procesada para tratar de encontrar alguna relación entre sí, p. ej. tarea de Matrices de WISC-IV); y también en PDE, los cuales involucraban tareas de cálculo aritmético, recuperación de hechos aritméticos y conocimiento de los procedimientos necesarios para realizar los cálculos.

En resumen, los investigadores han tratado de encontrar los procesos cognitivos que presentan mayor contribución al desempeño matemático; por un lado, se encuentran los que argumentan a favor de una hipótesis con dominancia de los PDG, encontrando que las funciones ejecutivas (principalmente memoria de trabajo) y aspectos de abstracción son los que más contribuyen a la varianza. Por otro lado, se encuentran los defensores de la hipótesis de dominancia de los PDE sobre los PDG, que afirman que la recuperación de hechos aritméticos y el cálculo de operaciones (lo cual incluye al procedimiento de resolución) son los que mayor grado de

contribución tienen al desempeño matemático. Cabe destacar que también existe una tercera postura en la investigación, la cual indica que la complejidad del procesamiento matemático implica que tanto los PDG como los PDE contribuyen de la misma forma al procesamiento matemático (p. ej. Deaño, Alfonso & Condé, 2017).

4. Planteamiento del problema

Justificación:

Es innegable la importancia que tienen las matemáticas en el desarrollo de las sociedades modernas. Aunque la SEP en México, se ha empeñado en establecer programas académicos sobre la materia, el examen PISA aplicado por la OCDE no da resultados alentadores para el desempeño matemático de estudiantes mexicanos de primaria, reportando para cada aplicación del examen estandarizado que el desempeño matemático continúa colocándose por debajo de lo esperado (OCDE, 2019).

En México y en el mundo las investigaciones neuropsicológicas de los trastornos del aprendizaje tienden a enfocarse en los trastornos de la lectura, debido a que son los de mayor prevalencia, dejando de lado el trastorno de las matemáticas, a pesar de que las dificultades en ambas áreas a menudo suelen presentarse juntas, sumando una incidencia de entre el 5 y 15% en niños en edad escolar, para el trastorno comórbido (APA, 2013).

Aunque existen estudios sobre el perfil neuropsicológico de los niños con dificultades en las matemáticas (Prieto-Corona et al., 2016), poco se ha investigado sobre el perfil neuropsicológico del otro extremo del continuo, niños con promedio/alto desempeño matemático. Myers et al., (2017) refieren que la mayoría de los estudios en neurociencia han examinado los aspectos cognitivos de personas con dificultades en matemáticas, logrando encontrar redes neuronales que sustentan los PDG y los PDE que influyen en el procesamiento matemático, sin embargo, debido a la naturaleza de las personas con adecuadas y superiores habilidades matemáticas (p. ej. no presentan dificultades en su vida diaria) se ha puesto muy poca atención para estudiar sus procesos y habilidades cognitivas subyacentes. Tomando en cuenta lo expuesto, se hace necesaria una descripción de los procesos cognitivos de los sujetos que se encuentran en esta categoría del espectro de rendimiento matemático, con el fin de encontrar qué tipo de procesos cognoscitivos contribuyen para presentar este tipo de rendimiento.

Por otra parte, es necesario hacer notar que los estudios descriptivos sobre el perfil de procesamiento matemático, en su mayoría tienden a centrarse en uno u otro tipo de dominio cognoscitivo (Butterworth, 2005; Fuchs et al., 2010; von Aster & Shalev, 2007), en lugar de brindar un perfil neuropsicológico que abarque tanto los PDG como los PDE (p. ej. Iglesias-Sarmiento, 2008, Iglesias-Sarmiento, Deaño, Alfonso & Condé, 2017). Además de lo anterior, existe una discrepancia teórica sobre si en las dificultades matemáticas predominan los problemas en los PDG o en los PDE (Castro-Cañizares, Estévez-Pérez, Reigosa-Crespo, 2009). Los defensores de la hipótesis de dominio general (Swanson et al., 2008; von Aster & Shalev, 2007) indican que estos procesos funcionan como el marco cognitivo que sustenta el aprendizaje, consolidación y posterior aplicación de los PDE, lo cual resultará en el rendimiento en tareas numéricas; por otro lado, los defensores de la hipótesis de dominio específico (p. Ej. Butterworth, 2005; Fuchs et al., 2010), indican que estos procesos son habilidades cognitivas independientes de los PDG, por lo tanto se desarrollarán e influirán en mayor medida en el rendimiento en tareas numéricas, minimizando las posibles contribuciones de los PDG (Fuchs et al., 2010). Debe mencionarse que también existen investigaciones (p. ej. Iglesias-Sarmiento, 2008) que han intentado atribuir los resultados en el rendimiento matemático a ambos tipos de procesos, sin embargo, las pruebas neuropsicológicas utilizadas para medir los PDG tienden a centrarse en las funciones ejecutivas o en el procesamiento fonológico (Geary & Hoard, 2001), en lugar de presentar un perfil cognitivo más global.

Por lo tanto, se hace necesario determinar el perfil neuropsicológico de niños con diferente desempeño matemático, y tratar de determinar la influencia relativa de los PDG y los PDE en dicho desempeño.

Este estudio pretende caracterizar los PDG y PDE en una población de escolares regulares del 3er grado de primaria, que se agruparán tomando como base su rendimiento en pruebas de matemáticas, por lo que se espera la formación de cuando menos dos grupos de desempeño

matemático, uno con desempeño matemático promedio (el cual también puede incluir niños con desempeño matemático superior al promedio) y otro con desempeño matemático por debajo del promedio (el cual puede incluir niños con TEAp-DM); posteriormente, se realizarán pruebas estadísticas para determinar qué tipo de procesos cognitivos son los que más contribuyen al rendimiento matemático.

En resumen, puede decirse que existen pocas investigaciones que estudien la relación entre los PDG y los PDE, así como datos que pudieran indicar el grado de contribución que tiene cada tipo de proceso cognitivo en el desempeño aritmético. Diversos investigadores de los trastornos del neurodesarrollo aún no llegan a un consenso sobre el grado de participación que tienen ambos tipos de procesos cognitivos en el aprendizaje escolar de las matemáticas (Iglesias-Sarmiento & Deaño, 2016; Prieto-Corona et al., 2016) por lo que para conocer el perfil cognitivo de niños con diferente desempeño matemático, estudiando los PDG y los PDE, es necesario conocer las características que dichos procesos presentan en los niños con distinto desempeño matemático y cuáles de estos procesos podrían tener una contribución más importante al desempeño matemático.

Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el perfil neuropsicológico de los PDG y de los PDE en niños de tercer grado de primaria con distinto desempeño matemático?
- ¿Qué tipo de procesos contribuye más a presentar cierto desempeño matemático (alto o bajo)?

Objetivos

Objetivo general: Describir los PDG y los PDE en un grupo de niños escolares que cursen el tercer grado de primaria y que presentan diferente desempeño matemático.

Objetivos Específicos:

- Evaluar cuáles son los procesos cognoscitivos (PDG y PDE) que más contribuyen al desempeño matemático.
- Evaluar las diferencias entre los grupos con desempeño promedio y con desempeño bajo en los PDG y PDE.
- Para cada grupo encontrado, construir un modelo de regresión que pueda explicar el desempeño matemático basado en las puntuaciones en las pruebas de PDG y PDE.

Hipótesis de investigación

- Hi: El perfil neuropsicológico de los PDG y de los PDE en niños de tercer grado de primaria variará dependiendo del desempeño matemático presentado.
- Hi: Ambos tipos de procesos van a contribuir a la varianza del desempeño matemático presentado.

Variables:

- Dependientes: Desempeño en pruebas que evalúan los procesos cognoscitivos de dominio general y específico respectivamente.
- Independientes: Pertenencia a cada grupo.
- Demográficas: sexo y edad, escuela de procedencia (pública o privada).

5. Método

Participantes

Se evaluaron 92 niños (48 niños y 44 niñas), con un rango de edad entre 8 y 9 años (\bar{x} de 9.4 años) que cursaban tercer grado de primaria en tres escuelas diferentes de la Ciudad de México y zona metropolitana, una escuela pública (1) y dos privadas (2 y 3).

Para su selección se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- **Criterios de inclusión:**

Edad entre 8 y 9 años.

Estar inscritos en el tercer grado de primaria.

Niños cuyos padres o tutores firmaran el consentimiento informado.

Coficiente intelectual igual o mayor a 85.

- **Criterios de exclusión:**

Antecedentes de enfermedades neurológicas o psiquiátricas diagnosticadas.

Tomar medicamentos que afectaran el sistema nervioso central.

- **Criterios de eliminación**

Niños que no hubieran terminado la evaluación o que presentaran Coficiente Intelectual

Total por debajo de 85 (Tabla 1).

Tabla 1

Características de la muestra

Escuela	N	Sexo H/M	Promedio de edad	Promedio de escolaridad de la madre
1	39	21/18	8.9 años	12 años
2	34	17/17	9.6 años	16 años
3	19	10/9	9.8 años	16 años

La Escuela 1 es la escuela pública, mientras que las Escuelas 2 y 3 son las privadas.

Instrumentos de evaluación:

Los niños fueron evaluados con los siguientes instrumentos:

- Escala Breve de Inteligencia Shipley-2 (Shipley, Gruber, Martin & Klein, 2014): Prueba breve de inteligencia, la cual proporcionó una puntuación del Coeficiente Intelectual. Esta prueba cuenta con estandarización para población mexicana.
- Escala Weschler de Inteligencia para Niños (WISC-IV; Wechsler, 2007): Esta escala proporcionó una medida del Coeficiente Intelectual. Está formada por 4 índices: Comprensión verbal, Razonamiento perceptual, Memoria de trabajo y Velocidad de procesamiento. Está estandarizada en la población mexicana. Con ella se obtuvieron las puntuaciones de los PDG. Es importante mencionar que se aplicaron las 10 escalas esenciales para la obtención del Coeficiente Intelectual. Después de obtener las puntuaciones estandarizadas, éstas se transformaron a puntajes Z con el fin de poder realizar los análisis estadísticos con las demás pruebas utilizadas para la investigación (Tabla 2 y Tabla 3).

- Batería Neuropsicológica para la Evaluación de Trastornos del Aprendizaje (BANETA; Yáñez & Prieto, 2013). Batería compuesta por 41 pruebas para evaluar atención, procesamiento fonológico, repetición, comprensión, gramática, lectura, escritura, aritmética, percepción, memoria (a corto plazo, a largo plazo y de trabajo). Se complementa con algunos componentes motores y sensoriales (como velocidad y coordinación motora, estereognosia y grafestesia). Para este estudio, solo se aplicaron las pruebas correspondientes a: a) procesamiento fonológico, conformada por las tareas de: discriminación fonológica, segmentación de palabras, categorización fonémica, síntesis de fonemas, análisis de palabras y denominación serial rápida, b) tareas de lectura formadas por: lectura de palabras frecuentes, infrecuentes, pseudopalabras y pseudopalabras homófonas, comprensión de ordenes escritas, comprensión de textos y decisión léxica, c) tareas de escritura formadas por: dictado de palabras frecuentes, infrecuentes y pseudopalabras, dictado de un párrafo y narración escrita. Por último, d) tareas de aritmética formadas por: dictado de números, denominación escrita de números, series numéricas, comparación de números, operaciones aritméticas orales, operaciones aritméticas impresas, operaciones aritméticas dictadas y problemas aritméticos.

BANETA cuenta con valores normativos para la población mexicana. Las puntuaciones que se obtienen son percentiles que se clasifican en los siguientes rangos: deficiente (10-29), normal bajo (30-49), promedio (50-69), alto (70-89) y muy alto (90-100). Se tomaron como PDE las puntuaciones de las tareas de aritmética, también se tomaron como PDG las pruebas de Procesamiento fonológico, Lectura y Escritura. Las puntuaciones naturales de los niños fueron transformadas a puntajes Z, (esto se realizó tomando en cuenta los datos normativos que vienen en el manual de BANETA) para realizar los análisis estadísticos (Tabla 3).

- Test de Evaluación de las Matemáticas (TEMA-3; Ginsburg, Baroody, Lozano-Guerra, & Núñez del Río, 2007). Para los PDE se tomaron las puntuaciones de hechos aritméticos. Es una prueba española que no cuenta con una estandarización mexicana, por lo que se utilizaron puntajes crudos que se convirtieron en puntuaciones Z (Tabla 3).

Tabla 2

Puntuaciones utilizadas para realizar los análisis de los PDG

Proceso	Tarea/s de la	Sigla	Definición operacional
cognoscitivo	que se obtendrá la puntuación		
Habilidades Verbales	Índice de Comprensión Verbal	CV	Puntuaciones escalares de las pruebas de Semejanzas, Vocabulario y Comprensión del WISC-IV (Wechsler, 2007).
Habilidades Visuoperceptuales	Índice de Razonamiento Perceptual	RP	Puntuaciones escalares de las pruebas de Diseño con cubos, Conceptos con dibujos y Matrices del WISC-IV (Wechsler, 2007).
Memoria de Trabajo	Índice de Memoria de Trabajo	MT	Puntuaciones escalares de las tareas de Retención de Dígitos y Sucesión de Números y Letras del WISC-IV (Wechsler, 2007).
Velocidad de Procesamiento	Índice de Velocidad de Procesamiento	VP	Puntuaciones escalares de las subpruebas de Claves y Búsqueda de Símbolos de la prueba WISC-IV (Wechsler, 2007).

Procesamiento Fonológico	Promedio de las tareas de Procesamiento Fonológico	PF	Puntuación directa sumada de las tareas de: Discriminación Fonológica, Segmentación de Palabras, Categorización Fonémica, Síntesis de Fonemas, Análisis de Palabras, Denominación Serial Rápida para Dígitos, Letras, Colores y Figuras, así como sus Errores, todas ellas de la prueba BANETA (Yañez & Prieto, 2013).
Habilidades de Lectura	Promedio de las tareas de Lectura	L	Puntuación directa sumada de las tareas de: Lectura de palabras, Comprensión de órdenes escritas, Comprensión de textos y Decisión léxica, todas ellas de la prueba BANETA (Yañez & Prieto, 2013).
Habilidades de Escritura	Promedio de las tareas de Escritura	E	Puntuación directa sumada de las tareas de: Dictado de palabras, Dictado de un párrafo y Narración escrita, todas ellas de la prueba BANETA (Yañez & Prieto, 2013).

*Para todas las pruebas las puntuaciones escalares se convirtieron a puntajes Z.

Tabla 3*Puntuaciones utilizadas para realizar los análisis de los PDE*

Proceso	Tarea/s de la	Sigla	Definición operacional
cognoscitivo	que se obtendrá la puntuación		
Transcodificación de código verbal a arábigo	Dictado de números	DN	Puntuación escalar de la tarea de Dictado de números obtenida en la prueba BANETA (Yáñez & Prieto, 2013).
Transcodificación de código arábigo a alfabético	Denominación escrita de números	DEN	Puntuación escalar de la tarea de Denominación escrita de números obtenida en la prueba BANETA (Yáñez & Prieto, 2013).
Sistema de cálculo	Series numéricas	SN	Puntuación escalar de la tarea de Series numéricas obtenida en la prueba BANETA (Yáñez & Prieto, 2013).
Sistema de cálculo	Comparación de números	CN	Puntuación escalar de la tarea de Comparación de números obtenida en la prueba BANETA (Yáñez & Prieto, 2013).
Procedimientos de cálculo	Operaciones aritméticas orales	OAO	Puntuación escalar de la tarea de Operaciones aritméticas orales obtenida en la prueba BANETA (Yáñez & Prieto, 2013).

Procesamiento de símbolos	Operaciones aritméticas impresas	OAI	Puntuación escalar de la tarea de Operaciones aritméticas impresa obtenida en la prueba BANETA (Yáñez & Prieto, 2013).
Procedimientos de cálculo	Operaciones aritméticas dictadas	OAD	Puntuación escalar de la tarea de Operaciones aritméticas dictadas obtenida en la prueba BANETA (Yáñez & Prieto, 2013).
Recuperación de hechos aritméticos	Hechos aritméticos	HA	Puntuación directa de la tarea de Hechos aritméticos obtenida en la prueba TEMA-3 (Ginsburg, Baroody, Lozano-Guerra, & Nuñez del Río, 2007).
Procesamiento matemático	Desempeño Matemático Global		Fue obtenido del promedio de puntajes Z de todas las tareas de matemáticas de la BANETA (Yáñez & Prieto, 2013) y del puntaje Z de la tarea de Hechos Aritméticos del TEMA-3 (Ginsburg, Baroody, Lozano-Guerra, & Nuñez del Río, 2007).
Procesamiento matemático	Problemas Aritméticos	PA	Puntuación escalar de la tarea de Operaciones aritméticas dictadas obtenida en la prueba BANETA (Yáñez & Prieto, 2013).

*Para todas las pruebas las puntuaciones escalares se convirtieron a puntajes Z.

Diseño:

Se trata de un estudio no experimental transversal con un alcance correlacional-causal.

Procedimiento:

- Presentación del proyecto a las escuelas y a los padres de los niños y en esa primera sesión se dio el consentimiento informado.
- Se pidió a los profesores que nos proporcionaran la boleta de calificaciones de los niños.
- A cada uno de los niños se les aplicó la Escala Breve de Inteligencia Shipley-2 para descartar a los niños con un Coeficiente Intelectual menor a 85 puntos.
- Posteriormente se aplicaron las pruebas de PDG y PDE. Dicha aplicación se realizó en un promedio de 4 sesiones por niño, utilizando las primeras dos para aplicar WISC-IV y las últimas dos para aplicar las tareas de BANETA y TEMA-3. La aplicación fue realizada en la dirección de la escuela y/o en la biblioteca escolar, según hubiera disponibilidad.
- La Tabla 2 es un resumen donde se muestra el proceso cognoscitivo de dominio general evaluado, la tarea utilizada y la definición operacional de dicho proceso. La Tabla 3 es un resumen donde se muestra el proceso cognoscitivo de dominio específico evaluado, la tarea utilizada y la definición operacional de dicho proceso.
- Entrega de reporte breve de resultados a la escuela y a los padres del niño.

Análisis de datos

- Análisis descriptivo con variables sociodemográficas.
- Pruebas Kolmogorov-Smirnoff de normalidad de la muestra (Anexo: Tablas 15 y 16).
- Se realizó:
 - 1) Análisis de Conglomerados/Clusters: es un modelo estadístico que busca agrupar variables en distintos grupos o conglomerados/clusters. En esta investigación se utilizará con el fin de obtener grupos con diferente desempeño matemático.

- 2) Análisis con t de Student para muestras independientes: modelo estadístico que evalúa si dos grupos difieren entre sí de forma estadísticamente significativa. En esta investigación se utilizará para encontrar los procesos cognoscitivos que pudieran mostrar diferencias entre los grupos obtenidos.
- 3) Análisis de regresión lineal múltiple: es un modelo estadístico que permite estimar el efecto de distintas variables sobre otra. En esta investigación se utilizará con toda la muestra para analizar los procesos cognoscitivos con más influencia en el desempeño matemático. Se debe mencionar que el método usado para la obtención de la ecuación de regresión fue el método Introducir, el cual incluye todas las variables independientes seleccionadas en un solo paso y no paso por paso (Landeró-Hernández & González-Ramírez, 2006), cabe destacar que es el método que aparece por defecto.
- 4) Con los procesos cognoscitivos que muestren diferencias significativas se realizó otro análisis de regresión lineal múltiple, para determinar si hay variables que expliquen el distinto desempeño matemático, relacionadas con cada grupo de desempeño matemático.

6. Resultados

Es importante mencionar que a pesar de que se hizo una evaluación con el protocolo de investigación completo a los 92 niños, se eliminaron 7 sujetos de la muestra para realizar los análisis estadísticos, puesto que los puntajes que presentaban eran extremos y afectaban la distribución de las variables a estudiar.

Para los análisis estadísticos de Regresión lineal múltiple y t de Student, al analizar los PDG se encontró que el Coeficiente Intelectual Total (CIT) presentaba un alto grado de colinealidad con el Índice de Comprensión Verbal, Índice de Razonamiento Perceptual, Índice de Memoria de Trabajo e Índice de Velocidad de Procesamiento. Lo anterior puede explicarse debido a que el CIT se obtiene con base en las puntuaciones anteriormente mencionadas. Por esta razón el CIT se eliminó de los análisis.

De acuerdo con el primer objetivo, se describen los distintos desempeños en las tareas neuropsicológicas, tanto de PDG (Figura 2), como para PDE (Figura 3).

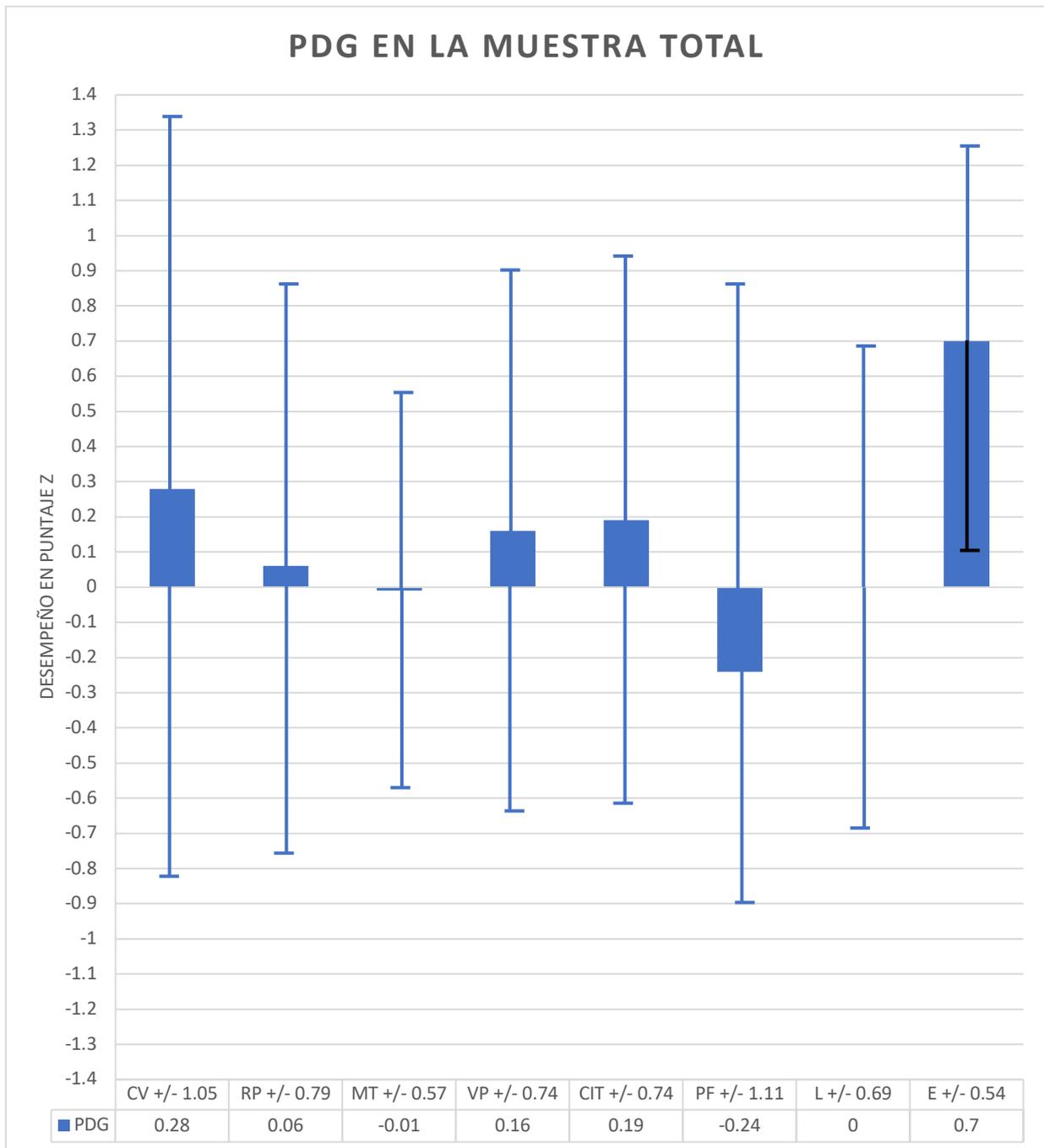


Figura 2 Análisis descriptivo de los PDG en la muestra total de niños. PDG: Procesos de Dominio General, CV: Comprensión Verbal, RP: Razonamiento Perceptual, MT: Memoria de Trabajo, VP: Velocidad de Procesamiento, CIT: Coeficiente Intelectual Total, PF: Procesamiento Fonológico, L: Lectura, E: Escritura. Las cifras que se encuentran en la fila de la sigla PDG son las medias de las puntuaciones para el proceso que se encuentra en cada columna; mientras que las cifras que se encuentran junto a las siglas de los procesos: CV, RP, MT, VP, CIT, PF, L y E son las desviaciones estándar con respecto a la media correspondiente.

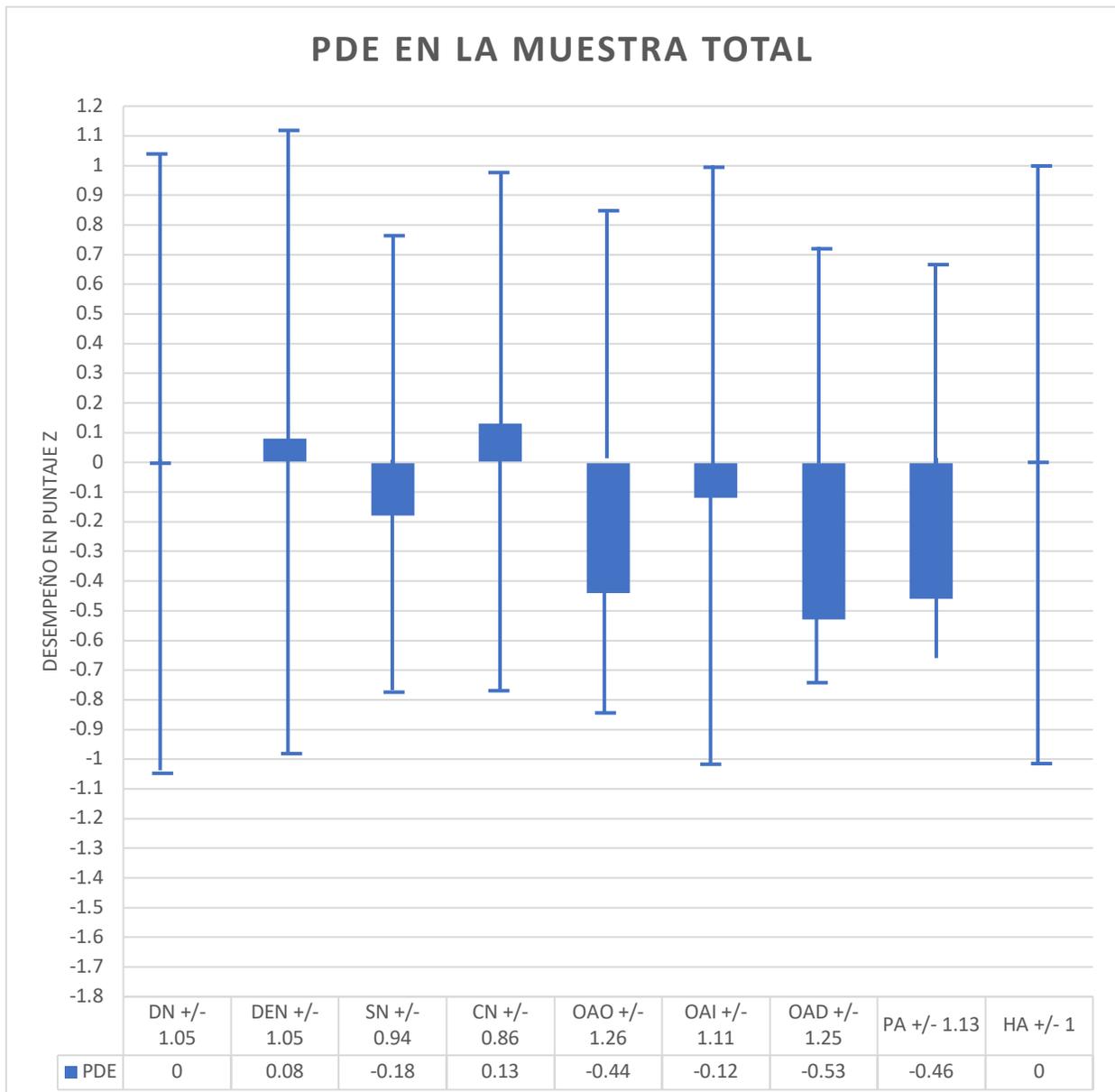


Figura 3 Análisis descriptivo de los PDE en la muestra total de niños. PDE: Procesos de Dominio Específico, DN: Dictado de Números, DEN: Denominación Escrita de Números, SN: Series Numéricas, CN: Comparación de Números, OAO: Operaciones Aritméticas Orales, OAI: Operaciones Aritméticas Impresas, OAD: Operaciones Aritméticas Dictadas, PA: Problemas Aritméticos, HA: Hechos Aritméticos. Las cifras que se encuentran en la fila de la sigla PDE son las medias de las puntuaciones para el proceso que se encuentra en cada columna; mientras que las cifras que se encuentran junto a las siglas de los procesos: DN, DEN, SN, CN, OAO, OAI, OAD, PA y HA son las desviaciones estándar con respecto a la media correspondiente.

Se realizó una regresión lineal múltiple con el método Introdudir para predecir el **Desempeño Matemático Global** del grupo total de niños a partir de los puntajes de los PDG. El modelo de regresión lineal múltiple predijo de forma estadísticamente significativa el **Desempeño Matemático Global**, $F(7, 77) = 8.033$, $p < .000$, R^2 *ajustada* = .370. En la Tabla 4 se muestra que de acuerdo con el modelo, de las siete variables de los PDG las puntuaciones de: Razonamiento Perceptual ($p < .002$), de Memoria de Trabajo ($p < .05$) y de Procesamiento Fonológico ($p < .005$) contribuyeron de forma estadísticamente significativa al modelo de predicción.

Los Coeficientes estandarizados B representan el cambio en la variable dependiente por una unidad de cambio en la variable independiente, por ejemplo: al aumentar un punto z el IRP, el **Desempeño Matemático Global** se incrementaba .325 de punto z (Laerd Statistics, 2015). Tomando en cuenta solamente las puntuaciones estadísticamente significativas ($p \leq .05$), las variables que más cambio representaron en el **Desempeño Matemático Global** en orden de importancia fueron: z Índice de Razonamiento Perceptual, z Promedio de las tareas de Procesamiento Fonológico y z Índice de Memoria de Trabajo.

Tabla 4*Regresión lineal múltiple para predecir el Desempeño Matemático Global a través de PDG*

PDG	Coeficiente estandarizado B	P
CV	-.089	.395
RP	.325	.002*
MT	.207	.050*
VP	-.088	.406
PF	.327	.005*
L	.066	.562
E	.107	.359

PDG: Procesos de Dominio General, CV: Comprensión Verbal, RP: Razonamiento Perceptual, MT: Memoria de Trabajo, VP: Velocidad de Procesamiento, PF: Procesamiento Fonológico, L: Lectura, E: Escritura.

*Puntuaciones estadísticamente significativas.

Debido a que se obtuvieron puntajes estadísticamente significativos en la regresión lineal múltiple con el método Introducir de los PDG de RP, MT y PF, se decidió realizar una nueva regresión lineal múltiple tomando en cuenta solamente las tareas de RP, MT y PF, esto con el fin de conocer las tareas específicas de estos procesos, que más contribuyen al cambio en el Desempeño Matemático Global. En la Tabla 5 se muestra el modelo de regresión lineal múltiple con el método Introducir que predijo de forma estadísticamente significativa el **Desempeño Matemático Global**, $F(14, 70) = 5.557$, $p < .000$, $R^2 \text{ ajustada} = .432$. De las trece tareas obtenidas de los puntajes de los PDG mencionados, solamente z Matrices -IRP- ($p < .031$), z Categorización fonémica -pPF- ($p < .029$) y z Análisis de palabras -pPF- ($p < .008$) contribuyeron de forma estadísticamente significativa al modelo de predicción.

Tomando en cuenta solamente las puntuaciones estadísticamente significativas ($p \leq .05$) las variables que más cambio representaron en el **Desempeño Matemático Global**, en orden de importancia fueron: z Análisis de palabras, z Categorización fonémica y z Matrices.

Tabla 5

Regresión lineal múltiple para predecir Desempeño Matemático Global mediante tareas PDG

PDG	Coefficiente estandarizado B	p
Diseño con cubos (RP)	.053	.615
Conceptos con dibujos (RP)	.000	.997
Matrices (RP)	.236	.031*
Retención de dígitos (MT)	.145	.114
Sucesión de números y letras (MT)	.033	.731
Segmentación de palabras (PF)	.034	.698
Categorización fonémica (PF)	.258	.029*
Síntesis de fonemas (PF)	-.039	.670
Análisis de palabras (PF)	.318	.008*
Denominación serial rápida, dígitos (PF)	-.012	.925
Denominación serial rápida, colores (PF)	-.028	.815
Denominación serial rápida, figuras (PF)	-.083	.532
Total errores Denominación serial rápida (PF)	.055	.643

PDG: Procesos de Dominio General, RP: Razonamiento Perceptual, MT: Memoria de Trabajo, PF: Procesamiento Fonológico.

*Puntuaciones estadísticamente significativas.

Se realizó un segundo análisis de regresión lineal múltiple con el método Introdúcir para predecir el puntaje en **Problemas aritméticos** (que fue la variable dependiente de los PDE, ver Procedimiento) del grupo total de niños a partir de los puntajes de los PDE. El modelo de regresión lineal múltiple predijo de forma estadísticamente significativa el puntaje en **Problemas aritméticos**, $F(8, 76) = 14.795$, $p < .000$, $R^2 \text{ ajustada} = .568$. En la Tabla 6 se muestra que de acuerdo con el modelo, de las ocho variables de los PDE, las puntuaciones de: Denominación escrita de números ($p < .001$), Series numéricas ($p < .019$), Operaciones aritméticas dictadas ($p < .000$) y Hechos aritméticos ($p < .000$) contribuyeron de forma estadísticamente significativa al modelo de predicción.

Tomando en cuenta solamente las puntuaciones estadísticamente significativas ($p \leq .05$) las variables que más cambio representaron en el desempeño en **Problemas Aritméticos**, en orden de importancia fueron: z Operaciones aritméticas dictadas, z Hechos aritméticos, z Denominación escrita de números (en grado inverso, p. ej. al aumentar un punto z Denominación escrita de números, el desempeño en **Problemas Aritméticos** disminuía .355 de punto z) y z Series numéricas.

Tabla 6*Regresión lineal múltiple para predecir puntaje en Problemas aritméticos a través de PDE*

PDE	Coeficiente estandarizado B	P
DN	-.005	.968
DEN	-.355	.001*
SN	.220	.019*
CN	-.029	.708
OAO	.154	.159
OAI	-.012	.897
OAD	.460	.000*
HA	.360	.000*

PDE: Procesos de Dominio Específico, DN: Dictado de Números, DEN: Denominación Escrita de Números, SN: Series Numéricas, CN: Comparación de Números, OAO: Operaciones Aritméticas Orales, OAI: Operaciones Aritméticas Impresas, OAD: Operaciones Aritméticas Dictadas, HA: Hechos Aritméticos.

*Puntuaciones estadísticamente significativas.

Para explorar la existencia de grupos con diferente desempeño matemático se utilizó el método de Análisis de conglomerados (Cluster), que es un procedimiento exploratorio, no inferencial (Laerd Statistics, 2015). Se llevó a cabo utilizando como variable dependiente los puntajes del **Desempeño Matemático Global**, el cual engloba a todas las tareas de aritmética de la BANETA (ver Procedimiento). Se utilizó el método de Ward, el cual es un método aglomerativo que indicó mediante los dendogramas (Figura 4), la existencia de dos grupos bien diferenciados, los cuales fueron definidos como Grupo 1 (Desempeño promedio) $n = 65$ y Grupo 2 (Desempeño bajo) $n = 20$ (Tabla 7 y Tabla 8).

Tabla 7

Grupos obtenidos a partir del análisis de conglomerados (cluster)

	<i>N</i>	%
Grupo 1 (Desempeño promedio)	65	76.35%
Grupo 2 (Desempeño bajo)	20	23.52%

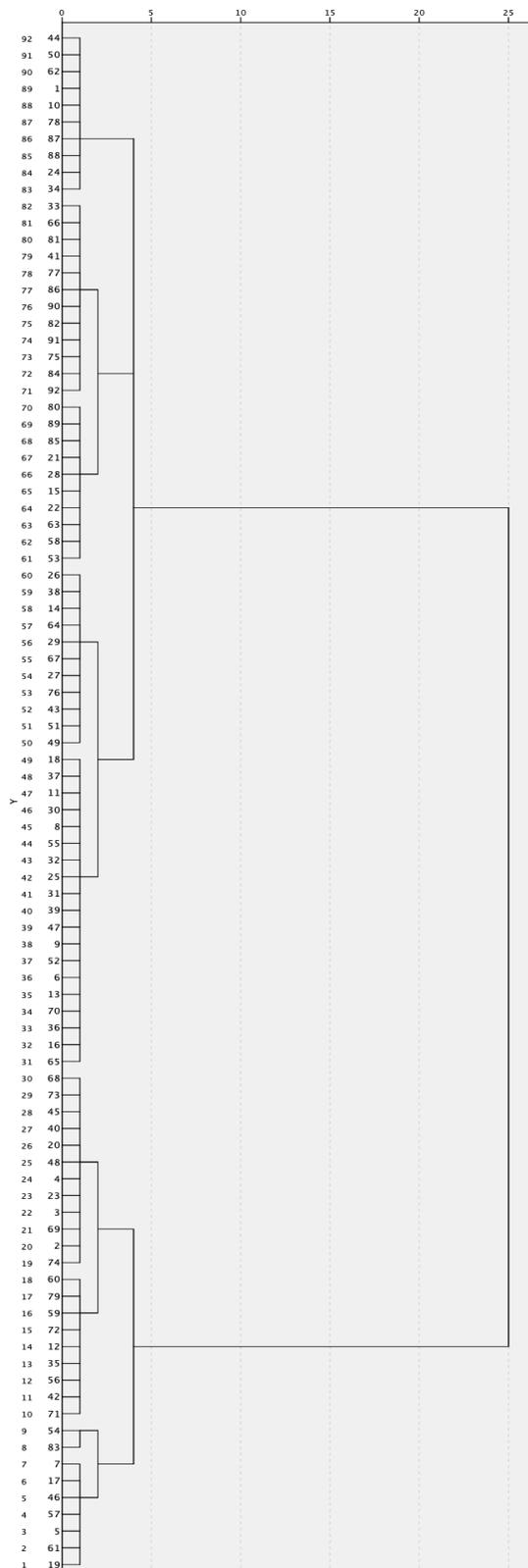


Figura 4. Dendrograma que utiliza el enlace de Ward. Muestra la formación de dos distintos grupos a partir del análisis de conglomerados. El Grupo 1 (Desempeño promedio) es el que se encuentra en la parte de arriba, mientras que el Grupo 2 (Desempeño bajo) es el que se encuentra en la parte de abajo.

Tabla 8

Conformación de los Grupos de desempeño matemático de acuerdo con el tipo de escuela de procedencia y el género.

	Grupo 1 (Desempeño promedio)	Grupo 2 (Desempeño bajo)	Total
Niños de escuela pública (%)	29 (34.11%) Mujeres $n = 14$ (48.27%) Hombres $n = 15$ (51.72%)	8 (9.41%) Mujeres $n = 4$ (50%) Hombres $n = 4$ (50%)	37 (43.52%) Mujeres $n = 18$ (48.68%) Hombres $n = 19$ (51.35%)
Niños de escuela privada (%)	36 (42.35%) Mujeres $n = 16$ (44.44%) Hombres $n = 20$ (55.55%)	12 (14.11%) Mujeres $n = 7$ (58.33%) Hombres $n = 5$ (41.66%)	48 (56.46%) Mujeres $n = 23$ (47.91%) Hombres $n = 25$ (52.08%)

Después de la obtención de los dos grupos con desempeño claramente diferenciado, se realizaron análisis descriptivos y comparativos (con t de Student para muestras independientes), con el fin de encontrar aquellas tareas en que pudieran existir diferencias estadísticamente significativas, tanto para los PDG, como para los PDE. Las Figuras 4 y 5 muestran de forma gráfica las puntuaciones de ambos grupos, mientras que la Tabla 9 muestra los estadísticos con sus respectivos niveles de significancia.

COMPARACIÓN DE GRUPOS EN PDG

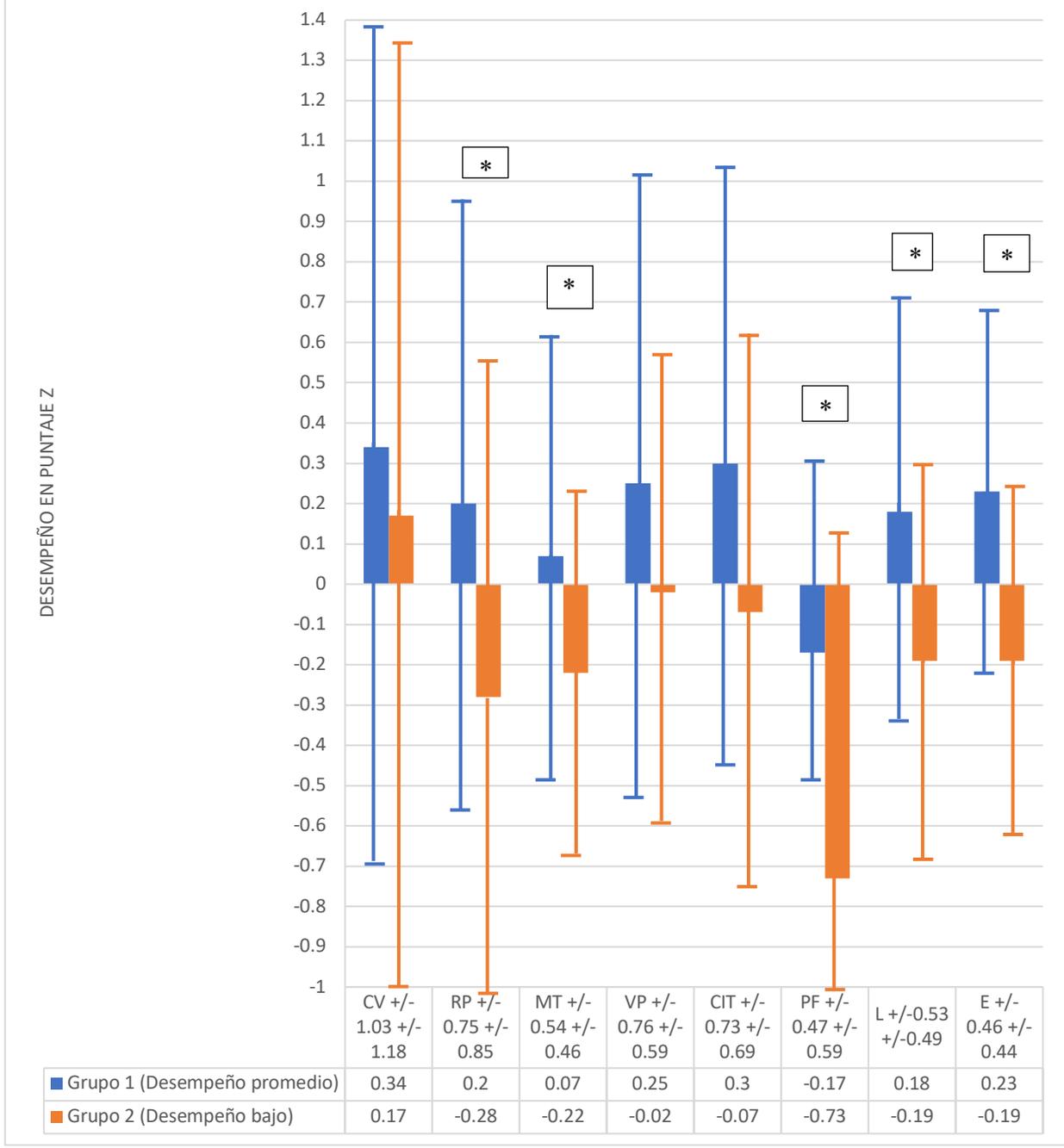


Figura 5 Análisis descriptivo y comparativo (prueba t para muestras independientes) entre el Grupo 1 y el Grupo 2 para los PDG. PDG: Procesos de Dominio General, CV: Comprensión Verbal, RP: Razonamiento Perceptual, MT: Memoria de Trabajo, VP: Velocidad de Procesamiento, CIT: Coeficiente Intelectual Total, PF: Procesamiento Fonológico, L: Lectura, E: Escritura. Las cifras que se encuentran en las filas de Grupo 1 (Desempeño promedio) y Grupo 2 (Desempeño bajo) son las medias de las puntuaciones para el proceso que se encuentra en cada columna; mientras que las cifras que se encuentran junto a las siglas de los procesos: CV, RP, MT, VP, CIT, PF, L y E son las desviaciones estándar con respecto a la media correspondiente.

*Diferencias estadísticamente significativas obtenidas con *t* de Student

COMPARACIÓN DE GRUPOS EN PRUEBAS PDE

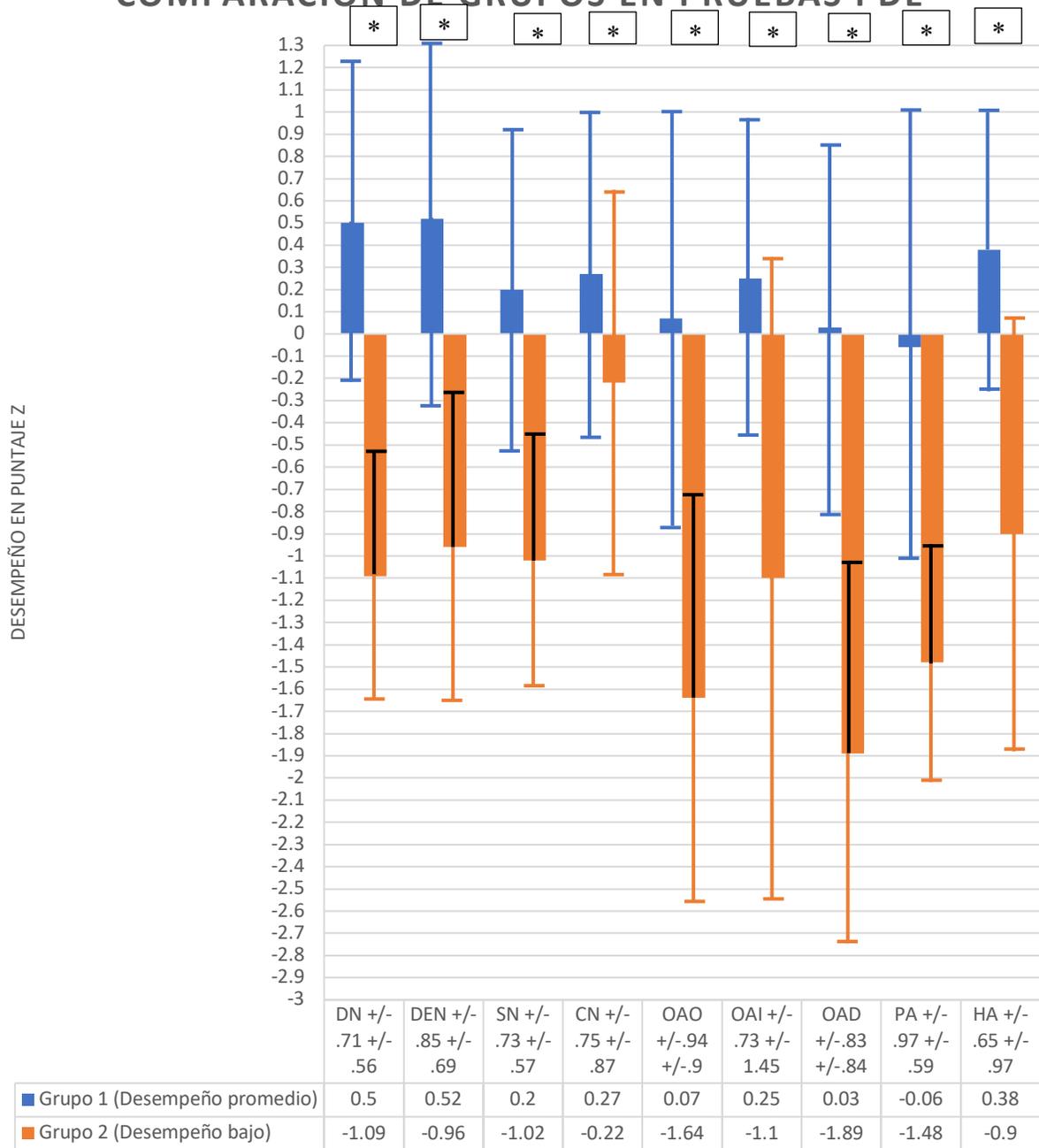


Figura 6 Análisis descriptivo y comparativo (prueba t para muestras independientes) entre el Grupo 1 y el Grupo 2 para los PDE. PDE: Procesos de Dominio Específico, DN: Dictado de Números, DEN: Denominación Escrita de Números, SN: Series Numéricas, CN: Comparación de Números, OAO: Operaciones Aritméticas Orales, OAI: Operaciones Aritméticas Impresas, OAD: Operaciones Aritméticas Dictadas, PA: Problemas Aritméticos, HA: Hechos Aritméticos. Las cifras que se encuentran en las filas de Grupo 1 (Desempeño promedio) y Grupo 2 (Desempeño bajo) son las medias de las puntuaciones para el proceso que se encuentra en cada columna; mientras que las cifras que se encuentran junto a las siglas de los procesos: DN, DEN, SN, CN, OAO, OAI, OAD, PA y HA son las desviaciones estándar con respecto a la media correspondiente.
*Diferencias estadísticamente significativas obtenidas con *t* de Student.

Con el fin de encontrar diferencias intergrupales en los PDG y PDE, se realizó una *t* de Student para muestras independientes. Para los PDG, las tareas con diferencias significativas fueron: Razonamiento Perceptual, Memoria de Trabajo, Procesamiento Fonológico, Lectura y Escritura (Tabla 9). Para los PDE todas las tareas mostraron diferencias significativas entre los grupos. Para ambos tipos de procesos, se encontró que el grupo 1 mostró mayores puntajes que el grupo 2 (Figuras 5 y 6).

Tabla 9*Prueba t para muestras independientes que compara ambos grupos para los PDE y los PDG*

	<i>t</i>	<i>p</i>
CV	.622	.567
RP	2.450	.030*
MT	2.168	.024*
VP	1.508	.093
PF	4.310	.001*
L	2.775	.007*
E	3.616	.001*
DN	9.118	.000*
DEN	7.014	.000*
SN	6.794	.000*
CN	2.478	.015*
OAO	7.129	.000*
OAI	5.625	.000*
OAD	9.016	.000*
PA	6.128	.000*
HA	6.808	.000*

PDG: Procesos de Dominio General, CV: Comprensión Verbal, RP: Razonamiento Perceptual, MT: Memoria de Trabajo, VP: Velocidad de Procesamiento, PF: Procesamiento Fonológico, L: Lectura, E: Escritura, PDE: Procesos de Dominio Específico, DN: Dictado de Números, DEN: Denominación Escrita de Números, SN: Series Numéricas, CN: Comparación de Números, OAO: Operaciones Aritméticas Orales, OAI: Operaciones Aritméticas Impresas, OAD: Operaciones Aritméticas Dictadas, PA: Problemas Aritméticos, HA: Hechos Aritméticos.

* Diferencias significativas entre los participantes del Grupo 1 y del Grupo 2. Para todas las variables los puntajes $G1 > G2$.

Se realizó una regresión lineal múltiple con el método Introdudir para predecir el **Desempeño Matemático Global** a partir de los PDG para el Grupo 1 (Desempeño promedio). El modelo de regresión lineal múltiple predijo de forma estadísticamente significativa el **Desempeño Matemático Global**, $F(7, 57) = 5.784$, $p < .000$, R^2 ajustada = .344. En la Tabla 10 se puede ver que de las siete variables de los PDG, solamente la puntuación de Razonamiento Perceptual ($p < .000$) contribuyó de forma estadísticamente significativa al modelo de predicción. Es importante mencionar que la contribución de la puntuación de Memoria de Trabajo estuvo muy cerca de ser significativa ($p < 0.055$).

Tabla 10

Regresión lineal múltiple para predecir Desempeño Matemático Global mediante puntajes PDG, para el Grupo 1

PDG	Coefficiente estandarizado B	p
CV	-.046	.716
RP	.462	.000*
MT	.241	.055
VP	.106	.389
PF	.096	.437
L	.179	.192
E	-.164	.230

PDG: Procesos de Dominio General, CV: Comprensión Verbal, RP: Razonamiento Perceptual, MT: Memoria de Trabajo, VP: Velocidad de Procesamiento, PF: Procesamiento Fonológico, L: Lectura, E: Escritura.

*Puntuaciones estadísticamente significativas.

Debido a que la puntuación de Razonamiento Perceptual fue estadísticamente significativa, se decidió realizar una regresión lineal múltiple con el método Introdudir para saber cuál de las

tareas que lo componen explicaría más varianza. En la Tabla 11 se muestra que el modelo de regresión lineal múltiple predijo de forma estadísticamente significativa el **Desempeño Matemático Global**, $F(3, 61) = 11.900, p < .000, R^2 \text{ ajustada} = .338$. De las tres tareas obtenidas de z IRP, tanto Diseño con cubos ($p < .001$) como Matrices ($p < .007$), contribuyeron de forma estadísticamente significativa al modelo de predicción.

Tomando en cuenta solamente las puntuaciones estadísticamente significativas ($p \leq .05$), las variables que más cambio representaron en el **Desempeño Matemático Global**, en orden de importancia fueron: z Diseño con cubos y z Matrices.

Tabla 11

Regresión lineal múltiple para predecir Desempeño Matemático Global mediante tareas PDG, para el Grupo 1

PDG	Coeficiente estandarizado B	p
Diseño con cubos	.379	.001*
Conceptos con dibujos	.091	.395
Matrices	.318	.007*

PDG: Procesos de Dominio General

*Puntuaciones estadísticamente significativas.

Se realizó una segunda regresión lineal múltiple con el método Introdúcir para predecir el puntaje en **Problemas aritméticos** a partir de los PDE con el Grupo 1 (Desempeño promedio). El modelo de regresión lineal múltiple predijo de forma estadísticamente significativa el puntaje en **Problemas aritméticos**, $F(8, 56) = 6.775, p < .000, R^2 \text{ ajustada} = .419$. En la Tabla 12, se muestran que de acuerdo con el modelo, de las ocho variables de los PDE, las puntuaciones de denominación escrita de números ($p < .003$), Operaciones aritméticas dictadas ($p < .002$) y Hechos aritméticos ($p < .000$) contribuyeron de forma estadísticamente significativa al modelo de predicción.

Tomando en cuenta solamente las puntuaciones estadísticamente significativas ($p \leq .05$) del Grupo 1, las variables que más cambio representaron en el **Problemas aritméticos**, en orden de importancia fueron: z Hechos aritméticos, z Operaciones aritméticas dictadas y z Denominación escrita de números (en grado inverso).

Tabla 12

Regresión lineal múltiple para predecir puntaje en Problemas aritméticos mediante PDE, para el Grupo 1

PDE	<i>Coefficiente estandarizado B</i>	<i>p</i>
DN	.000	1
DEN	-.347	.003*
SN	.184	.075
CN	-.088	.388
OAO	.159	.172
OAI	-.032	.766
OAD	.355	.002*
HA	.395	.000*

PDE: Procesos de Dominio Específico, DN: Dictado de Números, DEN: Denominación Escrita de Números, SN: Series Numéricas, CN: Comparación de Números, OAO: Operaciones Aritméticas Orales, OAI: Operaciones Aritméticas Impresas, OAD: Operaciones Aritméticas Dictadas, HA: Hechos Aritméticos.

*Puntuaciones estadísticamente significativas.

Se realizó una regresión lineal múltiple con el método Introdurcir para predecir el **Desempeño Matemático Global** a partir de los **PDG** para el Grupo 2 (Desempeño bajo). El modelo de regresión lineal múltiple no predijo de forma estadísticamente significativa el **Desempeño Matemático Global**, $F(7, 12) = 2.281$, $p > .100$, R^2 ajustada = .321. En la Tabla 13 se puede ver que de las siete variables de los PDG (Procedimiento), solamente el Índice de Velocidad

de Procesamiento ($p < .023$) contribuyó de forma estadísticamente significativa al modelo de predicción, sin embargo, al no ser un modelo con significación estadística, este resultado no es confiable.

Es importante mencionar que la única puntuación significativa fue z IVP, pero en grado inverso, lo cual indicaría que un peor desempeño en las pruebas de z IVP tendría un mejor resultado en el **Desempeño Matemático Global**, sin embargo, el modelo no fue significativo, por lo que estos resultados se desestiman.

Tabla 13

Regresión lineal múltiple para predecir Desempeño Matemático Global mediante PDG, para el Grupo 2

PDG	<i>Coefficiente estandarizado B</i>	<i>p</i>
CV	.192	.447
RP	.064	.761
MT	.403	.097
VP	-.773	.023
PF	.159	.603
L	.324	.228
E	.458	.070

PDG: Procesos de Dominio General, CV: Comprensión Verbal, RP: Razonamiento Perceptual, MT: Memoria de Trabajo, VP: Velocidad de Procesamiento, PF: Procesamiento Fonológico, L: Lectura, E: Escritura.

Se realizó un segundo análisis de regresión lineal múltiple con el método Introducir con el Grupo 2 (Desempeño Bajo) para predecir el puntaje en **Problemas aritméticos** a partir de los PDE. El modelo de regresión lineal múltiple no predijo de forma estadísticamente significativa el puntaje en **Problemas aritméticos**, $F(8, 11) = 2.04$, $p = .136$, $R^2 \text{ ajustada} = .304$. En la Tabla 14 se muestra

que de las ocho variables de los PDE , solamente la Denominación escrita de números ($p < .048$) contribuyó de forma estadísticamente significativa al modelo de predicción, sin embargo, debido a que el modelo de regresión lineal múltiple no fue estadísticamente significativo, el resultado no es confiable.

Tabla 14

Regresión lineal múltiple para predecir puntaje en Problemas aritméticos mediante PDE, para Grupo 2.

PDE	<i>Coefficiente estandarizado B</i>	<i>p</i>
DN	-.548	.048
DEN	.287	.326
SN	.200	.389
CN	.345	.151
OAO	-.135	.574
OAI	.104	.676
OAD	.473	.098
HA	.215	.345

PDE: Procesos de Dominio Específico, DN: Dictado de Números, DEN: Denominación Escrita de Números, SN: Series Numéricas, CN: Comparación de Números, OAO: Operaciones Aritméticas Orales, OAI: Operaciones Aritméticas Impresas, OAD: Operaciones Aritméticas Dictadas, HA: Hechos Aritméticos.

7. Discusión

PDG y PDE en la muestra total

Los resultados para la muestra total mostraron una gran variabilidad en el desempeño de los niños tanto para los PDG como para los PDE. Los puntajes de los PDG que mostraron mayor variabilidad fueron el ICV, Procesamiento Fonológico y la Escritura. En tanto que de los PDE las tareas donde se encontró una mayor variabilidad fueron: Operaciones Aritméticas Orales, Operaciones Aritméticas Dictadas y Problemas Aritméticos. Una posible explicación de la variabilidad encontrada es que al tener como criterios de inclusión al estudio solamente cursar el tercer grado de primaria y obtener un puntaje de Coeficiente Intelectual igual o mayor a 85 puntos, los niños participantes presentaban todo tipo de fortalezas y debilidades, tanto académicas como en los procesos cognitivos estudiados. En su estudio comparativo sobre las habilidades cognitivas en niños con distinto desempeño aritmético, Iglesias-Sarmiento y Deaño (2016) también reportaron una gran variabilidad en el desempeño de los niños en las distintas tareas estudiadas, tanto en la muestra total, como en cada uno de los grupos de desempeño. También, es posible que la naturaleza de estos procesos cognitivos tienda a esta variabilidad. Hay que mencionar que en la literatura no se muestran más evidencias sobre este aspecto.

Desempeño Matemático Global

Los resultados de la regresión lineal múltiple para los PDG mostraron que el Índice de Razonamiento Perceptual, Índice de Memoria de Trabajo y el promedio de la suma de las tareas del Procesamiento Fonológico contribuyeron de manera estadísticamente significativa al Desempeño Matemático Global. Un análisis más específico encontró que de las tres tareas que conforman al Índice de Razonamiento Perceptual, la de Matrices fue la que presentó mayor contribución. Se sabe que las tareas del Índice de Razonamiento Perceptual y especialmente la

tarea de Matrices tienen un alto componente de abstracción visual y habilidades visuoespaciales (Lezak, et al., 2012), las cuales son sumamente importantes para la resolución de tareas numéricas. En edades tempranas, las representaciones numéricas necesitan codificarse de manera física y espacial, comenzando primero con el uso de los dedos para el conteo, para después internalizarse en forma de componentes visuoespaciales que se representan principalmente en el lóbulo parietal derecho (Butterworth, 2005), lo que da base para pensar que la habilidad visoespacial es un proceso cognitivo clave para el desempeño matemático. Es importante hacer notar que Iglesias-Sarmiento y Deaño (2016) encontraron resultados similares, concluyendo que las habilidades visuoespaciales podrían explicar la diferencia entre presentar o no TEAp-DM.

Por su parte, la memoria de trabajo es un PDG que tiene una gran implicación en el desempeño matemático sobre todo cuando se trata de tareas que involucran cálculo mental (Operaciones aritméticas orales, Problemas aritméticos, etc.), por lo que es claro que una adecuada memoria de trabajo contribuye a un adecuado desempeño en tareas matemáticas; Szűcs, Devine, Soltesz, Nobes y Gabriel (2014) afirman que la memoria de trabajo es crucial para el procesamiento matemático, llegando a proponer un modelo cognitivo donde la memoria de trabajo, tanto visual/espacial como verbal son centrales para el correcto procesamiento matemático.

Otros aspectos de las funciones ejecutivas, como el cambio del foco atencional, automonitoreo y la inhibición de información irrelevante auxilian a la memoria de trabajo para un mejor funcionamiento. De igual manera Passolunghi y Lanfranchi (2012) utilizaron un análisis de senderos, donde sometieron a prueba PDG y PDE por separado en niños de edad preescolar, y concluyeron que la memoria de trabajo es determinante para predecir el desempeño matemático futuro, lo que de nuevo señala la importancia de la memoria de trabajo para un adecuado desempeño matemático, aún desde edades tempranas. Wilson y Lee-Swanson (2001) tuvieron resultados similares, al encontrar que la memoria de trabajo verbal deficiente influye en un bajo

desempeño matemático; debe recalarse que ellas realizaron un análisis específico de los componentes de este proceso cognitivo sin encontrar que algún subcomponente específico (p. ej. bucle fonológico, capacidad visuoespacial, ejecutivo central) influyera en mayor medida que otro en el desempeño matemático. Iglesias-Sarmiento y Deaño (2016) encontraron que dentro de sus tres grupos (Desempeño promedio, Bajo Rendimiento y Grupo con TEAp-DM) los grupos de Bajo Rendimiento y el de TEAp-DM mostraron resultados significativamente menores en comparación con el otro grupo, además de mostrar diferencias específicas entre ambos grupos en cuanto a los componentes de la MT se refiere, ya que el ejecutivo central tuvo un rol significativo para pertenecer a uno u otro grupo, atribuyendo que la capacidad de inhibir estímulos es determinante para el desempeño matemático.

En este trabajo, se vuelve a comprobar que la Memoria de Trabajo tiene una contribución fundamental al desempeño matemático, puesto que representa alrededor del 20.7% del cambio en la variable de Desempeño Matemático Global, es importante resaltar que en la mayoría de los trabajos revisados para esta investigación este fue el resultado que más frecuentemente se encontró (Iglesias-Sarmiento & Deaño, 2016; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004; Navarro, et. al., 2011). De las tareas que conformaron el Índice de Memoria de Trabajo, el análisis específico reveló que ninguna de las dos (Retención de dígitos y Sucesión de números y letras) contribuyó significativamente al desempeño matemático de manera separada.

Una posible explicación de estos resultados es que aunque ambas tareas miden memoria de trabajo, cada una tiene sensibilidad también para otro proceso cognitivo (Lezak, et al., 2012), por ejemplo, Retención de Dígitos se relaciona frecuentemente con la eficiencia de la atención o que la persona no se distraiga tan fácilmente, en particular, la tarea de Dígitos en Orden Directo, mientras que la tarea de Dígitos en Orden Inverso presenta una mayor sensibilidad para medir la memoria de trabajo; por otro lado, la tarea de Números y Letras, en la cual el niño tiene que repetir

en orden ascendente y alfabético todos los números y letras que se le mencionaron, muestra también una mayor sensibilidad para medir la memoria de trabajo. Por lo tanto, aunque ambas puntuaciones indican cómo se encuentra la memoria de trabajo del niño, también indican cómo se encuentra la atención, entonces, al estudiar a la memoria de trabajo como proceso cognoscitivo unitario, se tiene que tomar en cuenta que siempre la atención estará involucrada como un proceso subyacente de la propia memoria de trabajo, y como se explicó anteriormente, la atención tiene una mayor sensibilidad de medición con la tarea de Retención de Dígitos, y esto quedó demostrado con una significancia de 0.114, que aunque está lejos de ser significativa, estuvo más cercana (una tendencia) en comparación con la otra tarea que conforma el IMT del WISC-IV, la cual tuvo una significancia de 0.731. En conclusión, se puede decir que ambas tareas, Retención de Dígitos y Sucesión de números y letras cuando van en conjunto tienen una fuerza estadísticamente significativa que termina perdiéndose al analizarse por separado.

En cuanto al análisis de las tareas que conforman el Procesamiento Fonológico, se encontró que dos de ellas contribuyeron de manera estadísticamente significativa, estas fueron en orden descendente Análisis de palabras y Categorización fonémica. El procesamiento fonológico es un proceso implicado en la adquisición de la lectoescritura (Yáñez-Téllez, 2016) y en la adquisición de las matemáticas, esto último se ha comprobado mediante paradigmas de intervención en conciencia fonológica para mejorar la recuperación de hechos aritméticos (Miranda-López, 2019).

La relación entre el procesamiento fonológico, y de forma más específica de la conciencia fonológica con las habilidades matemáticas se ha mostrado para la recuperación de hechos aritméticos (PDE), ya que se necesita que el sujeto repita de forma constante y en código lingüístico la operación a memorizar; de esta forma la conciencia fonológica, que es la primera forma en la que se codifica la información verbal, pasa a ser determinante para la adquisición matemática (Siegler & Shrager, 1984; Szűcs, et al., 2014). Tanto Análisis de Palabras (donde se le pide al niño

que escuche una palabra a la cual se le quitará un fonema y responda cómo sonaría esa palabra sin ese fonema), como Categorización fonémica (donde se le pide al niño que escuche tres palabras, y diga cuál comienza o termina de forma diferente a las otras dos) son tareas que forman parte de la Conciencia Fonológica, ya que implican que el niño sepa que todas las palabras están formadas por sonidos individuales, los cuales pueden ser manipulados. Navarro et al., (2011) encontraron que conforme aumenta la edad del niño, la conciencia fonológica ejerce una mayor influencia en el desempeño matemático, debido a que en edades tempranas este proceso cognitivo aún no se desarrolla por completo y por lo tanto no puede ejercer influencia en el bucle fonológico, el cual es un componente de la Memoria de Trabajo que a su vez es determinante para el desempeño matemático global, como se comprobó en dicha investigación.

Las investigaciones de Rasmussen y Bisanz (2005) y de Simmons, Singleton y Horne (2008), donde en ambos estudios los niños presentaban una edad entre los 5 y los 7 años, indican que la conciencia fonológica se vuelve un proceso determinante conforme el niño avanza en edad debido a que también avanza en la educación formal, la cual pondrá un mayor énfasis en que los niños adquieran cualquier tipo de conocimiento (en este caso matemáticas) por medio del lenguaje, en lugar de habilidades no verbales, como lo haría un niño sin educación formal. Ambos estudios indican que desde el primer grado de primaria, 7 años, el bucle fonológico de la memoria de trabajo así como la conciencia fonológica, son procesos cognoscitivos que comienzan a ser preponderantes con respecto al desarrollo posterior de la cognición matemática.

Cabe resaltar que para todas las tareas mencionadas anteriormente se encontró –mediante la regresión lineal múltiple- una relación directamente proporcional entre las puntuaciones de cada tarea y las del **Desempeño Matemático Global**.

La regresión lineal múltiple para los PDE y su relación con el desempeño en la tarea de **Problemas aritméticos** reveló que las tareas de Series numéricas, Operaciones aritméticas

dictadas y Hechos aritméticos tuvieron una contribución estadísticamente significativa. Con respecto a esto se sabe que los problemas aritméticos son un tipo de tarea matemática que, por su complejidad, necesita que los PDE se encuentren totalmente consolidados, tanto el Procesamiento Numérico como el Sistema de Cálculo (Iglesias-Sarmiento et al., 2017); por otro lado, Fuchs et al., (2010) refieren que la habilidad para resolver problemas aritméticos está sustentada por los PDE y los PDG.

La tarea de Series numéricas requiere que el procesamiento numérico se encuentre bien establecido, situación clave para resolver problemas aritméticos. La tarea de Operaciones aritméticas dictadas, no implica a la memoria de trabajo, pero sí al componente específico del Sistema de Cálculo del modelo de McCloskey (1992), que es procedimientos de cálculo, puesto que para que los niños resuelvan de forma correcta las operaciones dictadas, necesitan conocer cómo debe realizarse el acomodo de los números, qué hacer si en una resta el minuendo aparentemente es un dígito menor al sustraendo, saber que en las sumas hay números que se “llevan” y que terminan sumándose al final de la operación, etc., por lo que es indudablemente importante para resolver un problema aritmético.

Por último, también es relevante tener consolidados los Hechos aritméticos, sobre todo los de las multiplicaciones, ya que estas operaciones no solo se presentan de manera aislada (p. ej. 5×5), sino que se les da un contexto, al situarlas en forma de un problema aritmético, por lo que la tarea no solo requiere tener consolidados los hechos aritméticos, sino que requiere habilidades de comprensión verbal y de abstracción (p. ej. “Juan compró 5 paquetes de chicles, los cuales contenían 5 chicles cada uno, ¿cuántos chicles tenía en total?”). Debido a que tanto el Procedimiento como la recuperación de hechos aritméticos son componentes del Sistema de Cálculo del modelo de procesamiento matemático de McCloskey (1992) y solo se obtuvo que una sola tarea (Series Numéricas) del componente de Procesamiento Numérico influyó de manera

estadísticamente significativa, parece ser que el Sistema de cálculo tiene una mayor importancia e influencia en el desempeño en **Problemas aritméticos**, en comparación con el Procesamiento Numérico.

Geary y Hoard (2005) plantean un modelo cognitivo para el estudio de los procesos implicados en los TEAp-DM, en donde las habilidades conceptuales (en este caso representadas por la tarea de Series numéricas) y las habilidades procedimentales (en este caso las tareas de Operaciones Aritméticas Dictadas y Recuperación de Hechos aritméticos) son procesos cognitivos básicos que sostienen todo el dominio matemático, y por lo tanto pueden llegar a explicar el desempeño en tareas matemáticas más complejas como lo son los Problemas aritméticos.

En conclusión, puede afirmarse que el presente estudio concuerda con las ideas propuestas por McCloskey (1992) y por Geary y Hoard (2005), donde el procedimiento (pasos necesarios para realizar correctamente la operación), la recuperación de hechos aritméticos y aspectos conceptuales o de procesamiento numérico (representados por la tarea de Series numéricas), tienen una influencia fundamental en el desempeño en los **Problemas aritméticos**.

Por otra parte, debe mencionarse que la tarea de Denominación escrita de números contribuyó significativamente al puntaje en Problemas Aritméticos, pero a diferencia de las anteriores tareas, su contribución fue negativa o inversa, lo que significa que un mejor desempeño en dicha tarea, se relacionaba con peor desempeño en la tarea de **Problemas Aritméticos**. Estos resultados no presentan congruencia con la literatura revisada para esta investigación, por lo que se les puede catalogar como espurios.

Grupos con diferente desempeño matemático: El Análisis de Cluster evidenció la existencia de dos grupos bien diferenciados, tomando como base el puntaje z del **Desempeño Matemático Global**. Así, el primer grupo de 65 sujetos tenía puntuaciones promedio y por arriba

del promedio (Grupo 1 -Desempeño promedio-) y un segundo grupo, de 20 sujetos, mostró puntajes que se encontraban por debajo del promedio (Grupo 2 -Desempeño bajo-).

Iglesias-Sarmiento y Deaño (2016) realizaron una investigación con un enfoque similar, dividiendo a los niños en tres grupos: Trastorno específico del aprendizaje con dificultades en las matemáticas, bajo desempeño y desempeño adecuado. Su objetivo era encontrar los procesos cognitivos (PDG y PDE) que más contribuyeran al desempeño matemático en niños de los últimos tres grados de educación primaria. Es importante mencionar que dicho estudio comparte muchas similitudes con este trabajo, con la diferencia de que en esta investigación se tomaron en cuenta otros procesos cognitivos de dominio general, como el procesamiento fonológico, la lectura y escritura (entre otros), además de que la población estudiada fue de tercer grado y la de la investigación citada, de 4° a 6° grados de primaria. Los resultados reportaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos (a favor del grupo de desempeño adecuado) en las tareas de procesamiento simultáneo, definido como la capacidad de percepción de objetos como un grupo y la interrelación de elementos por separado en uno solo mediante la examinación del estímulo (Iglesias-Sarmiento & Deaño, 2016).

En este trabajo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las tareas de Razonamiento Perceptual, que incluyen la de matrices consideradas como formas de procesamiento simultáneo por los colegas españoles. Por otro lado, reportaron diferencias estadísticamente significativas en las tareas de memoria de trabajo, con una mejor ejecución en el grupo de desempeño adecuado, situación que fue replicada en esta investigación. En cuanto a los PDE, estos mismos autores señalaron diferencias estadísticamente significativas en las tareas que forman parte del Procesamiento Numérico (p. ej. tareas de Dictado de números, Denominación escrita de números, etc.) del modelo de McCloskey (1992). Esto de nueva cuenta fue encontrado en esta investigación, sin embargo, nuestros resultados abarcaron adicionalmente diferencias en las

tareas del Sistema de Cálculo (p. ej. tareas de Hechos aritméticos, Operaciones aritméticas dictadas, etc.).

Con estos resultados se resalta la importancia que tiene el Sistema de Cálculo sobre el componente de Procesamiento Numérico cuando se trata de determinar el desempeño matemático de un niño de 3er grado de primaria, puesto que no solo se espera que el niño comprenda y produzca números en distintas notaciones (lectura de números arábigos, escritura con números arábigos y escritura con letra), sino que conozca los signos de operaciones, los procedimientos necesarios para cada operación y pueda tener una adecuada recuperación de los hechos aritméticos (Geary & Hoard, 2005). Lo más probable es que el sistema de Procesamiento Numérico tenga una mayor importancia en niños de grados escolares inferiores, mientras que por otro lado, conforme se avanza en grado académico el Sistema de Cálculo adquiere una mayor importancia.

Al ser estudios con grandes similitudes, puede concluirse que los hallazgos reportados por Iglesias-Sarmiento y Deaño (2016) fueron replicados en esta investigación, con la particularidad de que los resultados mostrados aquí sugieren que los mismos procesos cognitivos implicados en la predicción del desempeño matemático en los niños de los últimos años de educación primaria, lo fueron para los niños de 3º de primaria estudiados aquí. Por otra parte, los procesos cognitivos significativos para diferenciar a los niños con diferente desempeño matemático no se reducen a los expuestos por dichos investigadores, sino que este estudio mostró también que el Procesamiento Fonológico, las habilidades de Lectura y habilidades de Escritura, y en general todos los PDE, diferenciaron a los grupos.

Hecht et al. (2001) realizaron un estudio longitudinal para conocer la influencia del procesamiento fonológico, y sus distintos componentes (p. ej. conciencia fonológica) en el procesamiento matemático de niños que estaban desde 2do hasta 5to grado de primaria, encontrando que el procesamiento fonológico explicaba gran parte de la varianza en desempeño

matemático, y de forma específica, la conciencia fonológica fue considerada como el mayor predictor de habilidades matemáticas adecuadas sin importar el grado escolar; aunado a lo anterior, estos autores indican que el crecimiento en las habilidades matemáticas, que eran predecidas por la conciencia fonológica, aumentaba de manera constante junto con la habilidad de lectura, por lo tanto es importante mencionar que, aunque desde un enfoque totalmente diferente (transversal), en esta investigación también se encontró dicha relación entre los procesos fonológico y de lectoescritura con el desempeño matemático. Por último, nuestros resultados también coinciden con el estudio referido al demostrar que el grupo con desempeño promedio/adecuado, siempre mostró mejores resultados en los PDG y PDE en comparación con los niños con bajo desempeño (esta investigación) o con diagnóstico de TEAp-DM.

Regresiones lineales múltiples en cada grupo

Con el fin de encontrar los procesos cognitivos que más influyeron para pertenecer a uno u otro grupo, se realizaron regresiones lineales múltiples para cada tipo de proceso (PDG y PDE) y para cada grupo (Grupo 1 y 2) por separado.

Para el Grupo 1, el Índice de Razonamiento Perceptual fue la única puntuación estadísticamente significativa que contribuyó a la varianza explicada del **Desempeño Matemático Global**, por lo tanto, se decidió correr un nuevo modelo de regresión lineal múltiple sólo con las tareas que conforman el Índice de Razonamiento Perceptual, encontrándose que Diseño con Cubos y Matrices fueron las más significativas. De forma particular, la tarea de Diseño con Cubos involucra habilidades visuoespaciales y praxias visuconstructivas, y la de Matrices involucra abstracción visual y resolución de problemas no verbales. Cabe destacar que, el Índice de Razonamiento Perceptual es conocido también como Inteligencia Fluida (Flanagan & Kaufman,

2012) y valora habilidades que se encuentran en el hemisferio no dominante, por carecer de componentes lingüísticos.

En 2006, van Garderen utilizó la tarea de Diseño con Cubos del WISC-III en niños escolares clasificados por sus habilidades matemáticas. Encontró que el desempeño en dicha tarea difería de manera significativa entre el grupo de Alto desempeño matemático y los grupos de Desempeño promedio y de TEAP-DM; posteriormente realizó una correlación entre dicha tarea y la Middle Grades Mathematics Project Spatial Visualization Test y también con la Woodcock-Johnson Test of Achievement, encontrando para el grupo de Alto desempeño matemático, correlaciones significativas positivas. Estos resultados son similares a los hallados en la presente investigación, donde la tarea de diseño con cubos diferenció entre los grupos (Desempeño promedio > Desempeño Bajo).

También en el Grupo 1 se realizó un modelo de regresión lineal múltiple, pero tomando en cuenta las tareas que conforman a los PDE como variables independientes y al desempeño en **Problemas Aritméticos** como variable dependiente. El modelo indicó que las tareas con mayor contribución fueron, en orden descendente: Hechos aritméticos, Operaciones aritméticas dictadas y Denominación escrita de números, siendo las primeras dos en proporción directa y la última en proporción inversa. Los procesos cognitivos que podrían predecir el desempeño en Problemas aritméticos en el Grupo 1 -Desempeño promedio- son los mismos que se encontraron para la muestra global (con excepción de Series numéricas, que en este caso no fue significativa), lo que refuerza la hipótesis de que el Sistema de Cálculo (McCloskey, 1992) es crucial para determinar el desempeño matemático, ejerciendo una influencia mayor que el Sistema de Procesamiento Numérico. Por otra parte, parece que el número de integrantes del grupo 1 ($n = 65$) vs el grupo 2 ($n = 20$) también pudo haber influenciado este resultado.

Respecto a los resultados del Grupo 2, tanto el primer modelo, (PDG vs **Desempeño Matemático Global**) como el segundo (PDE vs Problemas aritméticos) de regresión lineal múltiple tuvieron valores no significativos, por lo que puede considerarse que los resultados del modelo pudieron deberse al azar. Una posible explicación es el pequeño número de sujetos de este grupo ($n = 20$). Otra posibilidad es la variedad de procesos cognitivos que pueden estar afectados en estos niños. Al ser examinados de manera individual, varios niños de este grupo cumplían con el perfil cognitivo de un TEAp-DM, lo que abre más preguntas sobre los procesos cognitivos involucrados. Karagiannakis et al., (2014) proponen 4 subtipos de TEAp-DM con sus especificaciones de alteraciones cognitivas: Centrada en el número (dificultades para la representación interna de cantidad), Recuperación y procesamiento de la memoria (dificultades para la recuperación de hechos aritméticos y procedimientos), Razonamiento (dificultades en los conceptos y en los pasos específicos) y Visual/Espacial (dificultades para la organización espacial de los números), lo que ilustra la variedad de procesos cognitivos afectados en el TEAp-DM.

Discusión general

De manera general, podemos afirmar que para predecir el desempeño matemático en niños que cursan el tercer grado de primaria en México, tanto los PDG como los PDE son importantes. Otros estudios también han señalado esto (Geary & Hoard, 2005; Iglesias-Sarmiento & Deaño, 2016; Iglesias-Sarmiento et al., 2017).

El presente estudio resalta la importancia que tienen las habilidades de razonamiento no verbal y las habilidades visuoespaciales (evaluadas con las pruebas de IRP), ya que -según los análisis estadísticos aplicados en este estudio- fueron los procesos cognitivos que mayor contribución tuvieron para el desempeño matemático tanto para la muestra total como en los niños pertenecientes al Grupo 1 -Desempeño promedio-. De igual forma, las habilidades que evalúan las

tareas del Índice de Memoria de Trabajo y las que conforman al Procesamiento Fonológico (conciencia fonológica), fueron fundamentales para predecir el desempeño matemático.

En cuanto a los PDE, los que tuvieron mayor influencia en el desempeño en **Problemas Aritméticos** fueron los que forman parte del Sistema de Cálculo de McCloskey (1992), valorados a través de las tareas de Operaciones aritméticas dictadas y Hechos aritméticos. Dichos procesos fueron determinantes para predecir el desempeño aritmético, tanto en la muestra general, como en el grupo con desempeño matemático promedio. Tomando en cuenta lo anterior, el Sistema de Cálculo es crucial para determinar el desempeño matemático ejerciendo una mayor influencia que el Sistema de Procesamiento Numérico.

En cuanto a los procesos cognitivos importantes para presentar un desempeño matemático bajo, las conclusiones no fueron claras debido al pequeño número de niños de este grupo, lo que influyó en que no hubiera datos significativos y, posiblemente también por los perfiles cognitivos heterogéneos, tanto en PDG como en PDE, que pudieran tener algunos niños de este grupo, con rasgos claros de TEAp-DM.

8. Conclusiones y Limitaciones

Tanto los PDG como los PDE se involucran en el desempeño matemático en general. De los PDG, el Razonamiento Perceptual, la Memoria de Trabajo y el Procesamiento Fonológico fueron los más influyentes, mientras que, por parte de los PDE, los procesos involucrados en el Sistema de Cálculo, como las Operaciones Aritméticas Dictadas y Hechos Aritméticos, fueron los que más influyeron.

Al separar por desempeño a la muestra, se encontró que prácticamente los mismos procesos determinaron quienes se encontrarían dentro del desempeño promedio; por otro lado, los niños del grupo de desempeño bajo mostraron puntuaciones heterogéneas, por lo que no se puede hablar de un perfil cognitivo específico para este grupo, sino de perfiles individuales.

Un área de oportunidad del presente trabajo es el número limitado de participantes para los dos grupos principales, el número de los niños de rendimiento matemático promedio fue considerablemente mayor al del grupo de bajo desempeño, por lo que, que de haber aumentado el número de la muestra tal vez se habrían podido formar 3 grupos con un número de integrantes más homogéneo.

Otra limitación del presente trabajo fueron las tareas neuropsicológicas empleadas, tanto de PDG como de PDE, puesto que pudieron haberse implementado un mayor número de pruebas para abarcar más procesos. De forma específica, estimamos conveniente haber incluido pruebas de memoria de trabajo visuoespacial, mientras que, para mejorar la valoración de los PDE, pudieron haberse incluido tareas para valorar la subitización, el conteo y la línea numérica mental.

Referencias

- Ackerman, P.T., & Dykman, R.A. (1995). Reading-disabled students with and without comorbid arithmetic disability. *Developmental Neuropsychology*, 11, 351–371.
- Alloway, T. P. & Passolunghi, M. C. (2011). The relationship between working memory, IQ and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences* 21, 133–137.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5)*, Washington, DC.: American Psychiatric Publishing.
- Ansari, D., (2007). Does the parietal cortex distinguish between “10”, “ten”, and ten dots? *Neuron* 53, 165–167.
- Arsalidou, M., Pawliw-Levac, M., Sadeghi, M. & Pascual-Leone, J. (2017). Brain areas associated with numbers and calculations in children: Meta-analyses of fMRI studies. *Developmental Cognitive Neuroscience*. Doi: 10.1016/j.dcn.2017.08.002.
- Arsalidou, M., Taylor, M. J. (2011) Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations. *NeuroImage* 54, 2382-2393. Toronto, Canadá.
- Backhoff, E., Sánchez, A., Peón, M. & Andrade E. (2010). Comprensión lectora y habilidades matemáticas de estudiantes de educación básica en México: 2000-2005. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 12 (1).
- Backhoff, E. & Solano-Flores, G. (2003). *Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS): resultados de México en 1995 y 2000 (Colección de Cuadernos de Investigación, No. 4)*. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Oxford University Press.

- Benbow, C. P., and Minor, L. L. (1990). Cognitive profiles of verbally and mathematically precocious students: implications for the identification of the gifted. *Gifted Child Q.* 34, 21–26. Doi: 10.1177/001698629003400105
- Butterworth B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3–18.
- Campos, I. S., Almeida, L. S., Ferreira, A. I., Martinez, L. F. & Ramalho, G. (2013). Cognitive processes and math performance: a study with children a: 10.1007/s10212-012-0121-x. *European Journal of Education and Psychology*, 28. Doi: 10.1007/s10212-012-0121-x.
- Castro-Cañizares, D., Estévez-Pérez, N., Reigosa-Crespo, V. (2009). Teorías cognitivas contemporáneas sobre la discalculia del desarrollo. *Revista de Neurología*, 49, 143-148.
- Cowan, R., & Powel, 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.
- Damasio, A., Anderson, S. & Tranel, D. (2012). The Frontal Lobes. En K. M. Heilman & E. Valenstein. *Clinical Neuropsychology* (5ta. ed.). New York: Oxford University Press, Inc.
- Dark, V. J. & Benbow, C. P. (1991). Differential enhancement of working memory with mathematical versus verbal precocity. *Journal of Educational Psychology* 83 (48) Doi: 10.1037/0022-0663.83.1.48
- Dark, V. J. & Benbow, C. P. (1994). Type of stimulus mediates the relationship between working-memory performance and type of precocity. *Intelligence*, 19, 337–357. Doi: 10.1016/0160-2896(94)90006-X

- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35, 13–21. doi:10.1016/j.intell.2006.02.001
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- Dirks, E., Spyer, G., van Lieshout, E.C.D.M., de Sonnevile, L., Lieshout, V., Ernest, C.D.M. & Sonnevile, D. (2008). Prevalence of combined reading and arithmetic disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 41, (5), 460–473. Doi: 10.1177/0022219408321128.
- Flanagan, D. P. & Kaufman, A. S. (2012). *Claves para la evaluación con WISC-IV* (2da. ed.). CDMX: Editorial El Manual Moderno.
- Fletcher, J. M., Reid Lyon, G., Fuchs, L. S., Barnes, M. A. (2006). *Learning Disabilities: From identification to Intervention*. Guilford Press.
- Fuchs L. S., Geary D. C., Compton D. L., Fuchs D., Hamlett C. L., & Bryant J. D. (2010). The contributions of numerosity and domain-general abilities to school readiness. *Child Development*, 81, 1520–1533.
- Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Fuchs, D., . . . & Zumeta, R. O. (2009). Remediating number combination and word problem deficits among students with mathematics difficulties: A randomized control trial. *Journal of Educational Psychology*, 101, 561–576. doi:10.1037/a0014701
- Geary, D. (1993). Mathematical Disabilities: Cognitive, neuropsychological, and Genetic Components, *Psychological Bulletin*, 114(2), 345-362.
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4-15.

- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of individual differences in achievement growth in mathematics: A five year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47, 1539–1552.
- Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*, 15(7), 635-647.
- Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics: Theoretical and empirical perspectives. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 253-267). New York: Psychology Press
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ginsburg, H., Baroody, A., Lozano Guerra, I., & Núñez del Río, M. (2007). *Test de Evaluación de las Matemáticas (TEMA-3)*. Madrid: TEA.
- Goldstein, S. & Schwebach, A. (2009). Neuropsychological Basis of Learning Disabilities, En C. Reynolds, E. Fletcher-Janzen, (Eds), *Handbook of clinical child neuropsychology*. Nueva York: Springer.
- Hanich, L. B., Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 93, 615–626.
- Hecht, S. A., Torgesen, J. K., Wagner, R. K. & Rashotte, C. A. (2001). The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: a longitudinal study from second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79. Doi: 10.1006/jecp.2000.2586.

Hudson, C., Price, D., & Gross, J. (2009). The long-term costs of numeracy difficulties. *London, England: Every Child a Chance Trust.*

Iglesias-Sarmiento, V. (2008). Dificultades de aprendizaje en el dominio aritmético y en el procesamiento cognitivo subyacente. *Departamento de Psicología Evolutiva y Comunicación.* Universidad de Vigo, España.

Iglesias-Sarmiento, V. & Deaño, M. (2016). Arithmetic Difficulties and Low Arithmetic Achievement: Analysis of the Underlying Cognitive Functioning. *The Spanish Journal of Psychology* 19(36), 1-14.

Iglesias-Sarmiento, V., Deaño, M., Alfonso, S., & Conde, Á. (2017). Mathematical learning disabilities and attention deficit and/or hyperactivity disorder: A study of the cognitive processes involved in arithmetic problem solving. *Research In Developmental Disabilities, 61*, 44-54.

Karagiannakis, G., Baccaglini-Frank, A. & Papadatos, Y. (2014). Mathematical learning difficulties subtypes classification. *Frontiers in Human Neuroscience* 8(57).1-5. Doi: 10.3389/fnhum.2014.00057

Kersey, A. J., Wakim, K., Li, R. & Cantlon J. F. (2019). Developing, mature and unique functions of the child's brain in reading and mathematics. *Developmental Cognitive Neuroscience, 39.* Doi: 10.1016/j.dcn.2019.100684

Laerd Statistics (2015). Multiple regression using SPSS Statistics. *Statistical tutorials and software guides.* Retrieved from <https://statistics.laerd.com/>

Lahera, G., Ruiz, A., Brañas, A., Vicens, M. & Orozco, A. (2017). Tiempo de reacción,

velocidad de procesamiento y atención sostenida en esquizofrenia: impacto sobre el funcionamiento social. *Revista de psiquiatría y Salud Mental*, 1-9.

Landero-Hernández, R. & González-Ramírez, M. T. (2006). *Estadística con SPSS y Metodología de la Investigación*. Nuevo León: Editorial Trillas.

Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D. & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press

Ludwig, K.U., Samann, P., Alexander, M., Becker, J., Bruder, J., Moll, K., Spieler, D., Czisch, M., Warnke, A., Docherty, S.J., Davis, O.S., Plomin, R., Nothen, M.M., Landerl, K., Muller-Myhsok, B., Hoffmann, P., Schumacher, J., Schulte-Korne, G. & Czamara, D. (2013). A common variant in myosin-18B contributes to mathematical abilities in children with dyslexia and intraparietal sulcus variability in adults. *Transl Psychiatry* 3.

McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157.

McCloskey, M., Aliminosa, D. & Macaruso, P. (1991). Theory-Based Assessment of Acquired Dyscalculia. *Brain and Cognition*, 17, 285-308.

McCloskey, M., Caramazza, A. & Basili, A. (1985). Cognitive Mechanisms in Number Processing and Calculation: Evidence from Dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4, 171-196.

Miranda-López, C. V. (2019). *Recuperación de datos aritméticos y decodificación de palabras: intervención neuropsicológica en niños con trastorno específico de aprendizaje* (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.

- Morsanyi, K., Devine, A., Nobes, A. & Szücs, D. (2013). The link between logic, mathematics and imagination: evidence from children with developmental dyscalculia and mathematically gifted children. *Dev. Sci.* 16, 542–553. Doi: 10.1111/desc.12048.
- Myers, T., Carey, E. & Szücs, D. (2017). Cognitive and Neural Correlates of Mathematical Giftedness in Adults and Children: A Review. *Frontiers in Psychology*, 8 (1646). Doi: 10.3389/fpsyg.2017.01646.
- Navarro, J. I., Aguilar, M., Alcalde, C., Ruiz, G., Marchena, E. & Menacho, I. (2011). Inhibitory processes, working memory, phonological awareness, naming speed, and early arithmetic achievement. *The Spanish Journal of Psychology*, 14 (2). Doi: 10.5209/rev_SJOP.2011.v14.n2.6.
- OCDE: México, 15 años en el último lugar de educación. (2016). *El Universal*. Retrieved 17 April 2018, from <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/nacion/sociedad/2016/12/6/ocde-mexico-15-anos-en-el-ultimo-lugar-de-educacion>
- OCDE: *Mathematics performance (PISA) (indicator)*. (2019). doi: 10.1787/04711c74-en (Accessed on 06 August 2019), de <https://data.oecd.org/pisa/mathematics-performance-pisa.htm>
- Ohlsson, S., & Rees, E. (1991). The function of conceptual understanding in the learning of arithmetic procedures. *Cognition and Instruction*, 8, 103–179.
- Oliver, B. Harlaar, N., Hayiou-Thomas, M. E., Kovas, Y., Walker, S.O., Petrill, S.A., Spinath, F. M., Dale, P.S. & Plomin, R. (2004). A twin study of teacher-reported mathematics

- performance and low performance in 7-year-olds. *J. Educ. Psychol.* 96 (504).
- Ostad, S.A. (1997). Developmental differences in addition strategies: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology*, 67, 345–357.
- Östergren, R. (2013). *Mathematical learning disability*. Linköping: LiU-Tryck.
- Owen, A.M., McMillan, K.M., Laird, A.R. & Bullmore, E., (2005). N-Back working memory paradigm: a meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Hum. Brain Mapp.* 25, 46–59.
- Ozernov-Palchik, O., Yu, X., Wang, Y. & Gaab, N. (2016). Lessons to be learned: how a comprehensive neurobiological framework of atypical reading development can inform educational practice. *Current Opinions in Behavioral Science*. 45–58. Doi: 10.1016/j.cobeha.2016.05.006.
- Passolunghi, M. C. (2011). Cognitive and emotional factors in children with mathematical learning difficulties. *International Journal of Disability, Development and Education*, 58, 61–73.
- Passolunghi, M. C. & Lanfranchi, S. (2012). Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology*, 82. Doi: 10.1111/j.2044-8279.2011.02039.x.
- Paz-Baruch, N., Leikin, M., Aharon-Perez, J. & Leikin, R. (2014). Speed of information processing in generally gifted and excelling-in-mathematics adolescents. *High Ability Studies*. 25, 143–167. Doi: 10.1080/13598139.2014. 971102

- Peters, L. & De Smedt, B. (2017). Arithmetic in the developing brain: A review of brain imaging studies. *Developmental Cognitive Neuroscience*. Doi: 10.1016/j.dcn.2017.05.002.
- Pettigrew, K. A., Fajutrao-Valles, S. F., Moll, K., Northstone, K., Ring, S., Pennell, C., Wang, C., Leavett, R., Hayiou-Thomas, M. E., Thompson, P., Simpson, N. H., Fisher, S. E., The SLI Consortium, Whitehouse, A. J. O., Snowling, M. J., Newbury, D. F. & Paracchini, S. (2015). Lack of replication for the myosin-18B association with mathematical ability in independent cohorts. *Genes, Brain and Behavior*, 14. Doi:10.1111/gbb.12213.
- Piazza, M., Pinel, P., Le Bihan, D., Dehaene S. (2007). A magnitude code common to numerosities and number symbols in human intraparietal cortex. *Neuron*, 53, 293-305.
- Plomin, R. & Kovas, Y. (2005). Generalist genes and learning disabilities. *Psychological Bulletin*, 131 (4). 592-617. doi:10.1037/0033-2909.131.4.592
- Portellano, J. (2011). *Introducción a la neuropsicología*. España: McGraw-Hill España.
- Prescott, J., Gavrilescu, M., Cunnington, R., O'Boyle, M. W. & Egan, G. F. (2010). Enhanced brain connectivity in math-gifted adolescents: an fMRI study using mental rotation. *Cognitive Neuroscience*, 1, 277–288. Doi: 10.1080/17588928.2010. 506951.
- Prieto-Corona, B., Rodríguez-Camacho, A. & Sandoval. L. (2016). Trastorno específico del aprendizaje: con dificultades en las matemáticas. En M. G. Yañez, *Neuropsicología de los trastornos del neurodesarrollo* (1era. ed.). CDMX: Editorial El Manual Moderno.
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 137-157
- Redolar, D. (2014). *Neurociencia Cognitiva*. España: Editorial Médica Panamericana.

- Rivera-Batiz, F. L. (1992). Quantitative Literacy and the Likelihood of Employment among Young Adults in the United States. *The Journal of Human Resources*, 27, 313-328.
- Robinson, N. M., Abbott, R. D., Berninger, V. W., & Busse, J. (1996). The structure of abilities in math-precocious young children: gender similarities and differences. *J. Educ. Psychol.* 88, 341–352. doi: 10.1037/0022-0663.88.2.341
- Russell, R.L., & Ginsburg, H.P. (1984). Cognitive analysis of children’s mathematical difficulties. *Cognition and Instruction*, 1, 217–244.
- Ruthsatz, J., Ruthsatz-Stephens, K. & Ruthsatz, K. (2014). The cognitive bases of exceptional abilities in child prodigies by domain: Similarities and differences. *Intelligence*, 44. Doi: 10.1016/j.intell.2014.01.010
- Secretaría de Educación Pública (2000). *Educación por Niveles*. Ciudad de México: SEP.
Disponible en: http://www.sep.gob.mx/e/sep1/educacion_por_niveles.
- Secretaría de Educación Pública (2012). *Educación por Niveles*. Ciudad de México: SEP.
Disponible en: http://www.sep.gob.mx/e/sep1/educacion_por_niveles.
- Shalev, R.S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y., Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia is a familial learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34(1): 59-65.
- Shipley, W. C., Gruber, C. P., Martin, T. A. & Klein, A. M. (2014). *Shipley-2. Escala breve de inteligencia*. México: Editorial El Manual Moderno
- Siegler, R. S., & Shrager, J. (1984). Strategy choice in addition and subtraction: how do children know what to do? En: C., Sophian, *Origins of Cognitive Skills*. New Jersey: Lawrence

Erlbaum Associates.

- Simmons, F., Singleton, C. & Horne, J. (2008). Phonological awareness and visual-spatial sketchpad functioning predict early arithmetic attainment: Evidence from a longitudinal study. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20 (4). Doi: 10.1080/09541440701614922.
- Swanson, L. & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not a risk for serious math difficulties, *Journal of Educational Psychology*, 96, 471-491.
- Swanson, H. L., & Jerman, O. (2006). Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Review of Educational Research*, 76, 249–274.
- Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 343–379.
- Szücs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A. & Gabriel, F. (2014). Cognitive components of mathematical processing network in 9-year-old children. *Developmental Science*, 17 (4). Doi: 10.1111/desc.12144.
- Temple, E., & Posner, M.I. (1998). Brain mechanisms of quantity are similar in 5-year-old children and adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95, 7836–7841.
- Tirapu-Ustarroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T., y Pelegrin-Valero, C. (2008). Models of executive control and functions. *Revista de Neurología*, 46, 684-692.

- Träff, U. & Passolunghi, M.C. (2015). Mathematical skills in children with dyslexia. *Learning Individual Differences, 40*, 108–114. Doi: 10.1016/j.lindif.2015.03.024.
- Toll, S. W., Van der Ven, S. H. G., Koesbergen, E., & Van Luit, E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 44*(6), 521–532.
- Van Garderen, D. (2006). Spatial Visualization, Visual Imagery, and Mathematical Problem Solving of Students With Varying Abilities. *Journal of Learning Disabilities, 39*(6), 496-506.
- Vidal, R. & Díaz, M. A. (2004). Resultados de las Pruebas PISA 2000 y 2003 en México. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology, 49*, 868–873.
- Vukovic, R., Lesaux, N., & Siegel, L. (2010). The mathematics skills of children with reading difficulties. *Learning and individual differences, 20*(6), 639-643.
- Wechsler, D. (2007). *WISC-IV: Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños-IV (2a ed.)*. México: Editorial El Manual Moderno
- Wilson, K. M. & Lee-Swanson, H. (2001). Are mathematical disabilities due to a domain-general or domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disabilities, 34* (3).

Yáñez-Téllez, M. G. (2016). Trastorno específico del aprendizaje: con dificultades en la lectura.

En M. G. Yáñez, *Neuropsicología de los trastornos del neurodesarrollo* (1era. ed.).

CDMX: Editorial El Manual Moderno.

Yáñez, G. & Prieto, B. (2013). *Batería neuropsicológica para la Evaluación de los trastornos del aprendizaje (BANETA)*, México: Editorial El Manual Moderno.

Anexo

Tabla 15

Significancia estadística para la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov

Prueba	Significancia de prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov
CV	.010
RP	.200**
MT	.020
VP	.200**
CIT	.200**
PF	.200**
L	.053**
E	.200**
DN	.009
DEN	.001
SN	.000
CN	.000
OAO	.062**
OAI	.000
OAD	.054**
PA	.000
HA	.007

Tabla 15. La significancia de la prueba de Kolmogorov-Smirnov indica si la distribución de los puntajes es normal ($p > .05$) (Laerd Statistics, 2015). **Puntajes con distribución normal

Tabla 16

Significancia estadística para la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para ambos clusters

Pruebas	Significancia de prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov ($N \geq 50$)/ Significancia de prueba de normalidad Shapiro-Wilk ($N < 50$)
CV	.01
RP	.881**
MT	.200**
VP	.425**
CIT	.015
PF	.303**
L	.200**
E	.442**
DN	.200**
DEN	.062**
SN	.200**
CN	.277**
OAO	.186**
OAI	.275**
OAD	.200**
PA	.152**
HA	.184**
CV	.326**

RP	.000
MT	.030
VP	.000
CIT	.058**
PF	.000
L	.000
E	.051**
DN	.359**
DEN	.000
SN	.130**
CN	.008
OAO	.965**
OAI	.000
OAD	.415**
PA	.200**
HA	.470**

Tabla 16. La significancia de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk indican si la distribución de los puntajes es normal ($p > .05$). **Puntajes con distribución normal.