



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**DENOMINACIÓN SERIAL RÁPIDA Y SU RELACIÓN
CON LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA
EN PSICOLOGÍA**

P R E S E N T A:

ABRIL ABIGAIL GARCÍA MARTÍNEZ

DIRECTORA: DRA. NATALIA ARIAS TREJO

REVISOR: DR. JULIO ESPINOSA RODRÍGUEZ



Ciudad Universitaria, CD. MX. 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Para Fito

AGRADECIMIENTOS

A mi casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirle las puertas a millones de jóvenes que, en su mayoría, buscan poner un granito de arena para cambiar este país a través de la ciencia, permitiendo el desarrollo intelectual de cada uno y mostrando que no existen barreras socioeconómicas o culturales para lograrlo.

A la Dra. Natalia Arias Trejo por su entrega, exigencia y compromiso con cada uno de sus alumnos, siendo un ejemplo a seguir en el ámbito académico.

Al resto de mis sinodales: Dr. Julio Espinosa, Dra. Marina Ménez, Dr. Oscar Zamora y Dr. Ángel Tovar, por el tiempo dedicado y sus atinadas observaciones que, sin duda, enriquecieron este trabajo.

A los integrantes del laboratorio de Psicolingüística por su amistad y apoyo. Amando, Fer, Alma, Vania, Julia, Jess, Marco, Mariana, Steph, Nayely, Ethel y Diana.

A Claudia y a Luis Daniel, que durante su estancia en verano me apoyaron incondicionalmente en la aplicación de las pruebas y me brindaron momentos muy agradables.

A la directora y estudiantes de la primaria Jorge Casahonda Castillo por su colaboración en el proyecto.

A mis amigos que han permanecido a lo largo de los años, motivándome para ser mejor y confiar en mí misma. Especialmente a Mirtha, Frida y Tania que no solo son mis amigas, son mis hermanas.

A mou, por los momentos increíbles que hemos pasado.

A Juan Pablo, por su compañía y apoyo en la realización de este trabajo.

A José García por ser un segundo padre para mí.

Pero sobre todo agradezco a mi familia, que ha sido mi soporte y cobijo a lo largo de los años.

A mi padre Rubén, a quien elegiría millones de veces si tuviera la oportunidad, quien ha dado todo lo que puede y más por mí, quien me ha enseñado a ser una persona bondadosa y responsable. Este texto debería tener dos autores porque todo lo que está detrás de este trabajo es su esfuerzo y sacrificio.

A mi madre porque, a pesar de nuestras enormes diferencias, ha sido la mejor compañera y la amo; después de todo, las diferencias nos unen cada vez más. Le agradezco los años dedicados, las sonrisas compartidas y las lecciones de vida.

A mi hermano, pues, a pesar de spoilear textos y haber reducido el espacio vital de la casa con libros, siempre tiene una historia para contar o una conversación interesante. Quiero que aprendamos juntos que un salero se mueve en un segundo, máximo dos.

ÍNDICE

Resumen	1
---------------	---

CAPÍTULO I. PROCESAMIENTO NUMÉRICO

1.1 Desarrollo Cognitivo de las Habilidades Matemáticas.....	4
1.1.1 Sistema de Aproximación Numérica	4
1.1.2 El Lenguaje en el Desarrollo de las Habilidades Matemáticas	8
1.1.3 Principios de Conteo	10
1.1.4 Aritmética.....	11
1.2 Modelos del Procesamiento Numérico	14
1.2.1 Modelo del Desarrollo Matemático Temprano.....	14
1.2.2 Modelo Cognitivo	17
1.2.3 Modelo del Código Triple	19
1.3 Áreas Cerebrales involucradas en el Procesamiento Numérico	22

CAPÍTULO II. DENOMINACIÓN SERIAL RÁPIDA (DSR)

2.1 Denominación Serial Rápida y Dislexia	25
2.2 Procesos Cognitivos Involucrados en la Denominación Serial Rápida	28
2.2.1 Velocidad de Procesamiento	29
2.2.2 Procesamiento Fonológico	30
2.2.3 Memoria de Trabajo.....	31
2.3 Áreas Cerebrales involucradas en las tareas de DSR	31
2.4 Denominación Serial Rápida y Matemáticas	32

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Justificación.....	36
3.2 Objetivos	38
3.3 Preguntas de Investigación	38
3.4 Hipótesis	39
3.5 Tipo de investigación y diseño experimental	39
3.6 Variables	39
3.7 Participantes	40
3.8 Procedimiento	42
3.9 Instrumentos.....	43

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Estadísticos descriptivos.....	50
4.2 Correlaciones de Pearson	51
4.3 Regresión Lineal	55

CAPÍTULO V DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

5.1 Discusión	61
5.2 Limitaciones y futuros avances	70
5.3 Conclusión	71
Referencias.....	73
Glosario	82
Anexo.....	83

RESUMEN

Se ha sugerido que los seres humanos poseen un sistema innato de aproximación numérica (SAN) que les permite detectar el número aproximado de objetos en un conjunto sin necesidad de contarlos. Esta habilidad ha sido llamada sentido numérico y es el primer paso para el desarrollo de otras competencias matemáticas que se aprenderán con ayuda de la educación formal, tales como la aritmética, el álgebra y cálculo que son fundamentales en los individuos para la resolución de problemas cotidianos, el desempeño en su vida laboral, entre otros.

Según la Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE, 2013), el 12.4% de los niños mexicanos que se encontraban entre 3º y 6º de primaria manifestó un desempeño insuficiente en matemáticas y el 57% de mexicanos escolarizados no alcanzó el nivel de competencias básicas en esta área (Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos, PISA, por sus siglas en inglés, 2012), demostrando que la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas representa una problemática importante a nivel nacional.

Afortunadamente, en la actualidad existe un creciente interés en el estudio de los trastornos del aprendizaje y se ha investigado sobre un posible predictor del rendimiento en habilidades matemáticas, mismo que se podría emplear antes de que los niños comiencen a presentar dificultades: la Denominación Serial Rápida (DSR). Esta tarea consiste en nombrar, lo más rápido y preciso posible, varios elementos con un alto grado de familiaridad para las personas, donde un mayor número de errores y tiempos largos en su ejecución refleja un déficit en la tarea.

No obstante, los estudios que se han realizado en este campo con relación a las matemáticas no muestran resultados contundentes entre sí.

La tarea de DSR aparece en baterías neuropsicológicas de trastornos del aprendizaje y detecta a niños que tienen problemas severos en la adquisición de la lectura. Suele presentarse en cuatro formatos: nombramiento de dígitos, de letras, de objetos y de colores; sin embargo, un problema frecuente al emplearla es que dichos formatos se utilizan indistintamente, sin tomar en cuenta que la ejecución de cada uno involucra diferentes procesos cognitivos y activación de diferentes áreas cerebrales (Cummine, Szepesvari, Chouinard, Hanif & Georgiou, 2014).

El objetivo del presente trabajo fue examinar, con un estudio transversal, si la DSR tiene relación con las habilidades matemáticas de niños escolarizados con una edad de entre 6 y 7 años. Para ello, se evaluó a 164 niños de segundo año de educación primaria en habilidades matemáticas, mismas que fueron presentadas en diferentes modalidades: desempeño en el SAN, aritmética oral, aritmética con dígitos arábigos y problemas matemáticos con palabras. De igual forma, se evaluó la eficiencia en la DSR, utilizando los cuatro formatos para el nombramiento de los ítems: dígitos, letras, colores y objetos.

Los análisis estadísticos indicaron que ningún formato de la DSR se relaciona con el desempeño en el SAN ni los problemas matemáticos con palabras. Sin embargo, se encontró que la eficiencia en el formato de letras de la DSR explica el 28.5% de la varianza en el desempeño en aritmética oral y el 44.5% en aritmética con dígitos arábigos.

Los resultados presentes en este trabajo ponen en evidencia la relación existente de la DSR con el desempeño matemático y reafirma que tanto los formatos de la DSR como la modalidad en la que son evaluadas las habilidades matemáticas deben ser utilizadas por separado pues existen diferencias importantes entre ellas. Con ayuda de investigaciones longitudinales futuras, se podría implementar con determinación el uso de la Denominación Serial Rápida para la predicción de habilidades matemáticas.

CAPÍTULO I

PROCESAMIENTO NUMÉRICO

En este capítulo se abordarán temas relacionados al desarrollo de las habilidades matemáticas, comenzando por el Sistema de Aproximación Numérica (SAN) hasta la aplicación de habilidades aritméticas. Cabe mencionar que, para efectos de este trabajo y la edad de los participantes, las habilidades matemáticas se referirán únicamente a sumas, restas, multiplicaciones y el desempeño en el SAN.

Se repasarán algunos de los modelos cognitivos más importantes que intentan explicar el procesamiento numérico, las áreas cerebrales involucradas durante la resolución de problemas matemáticos y los principales procesos cognitivos que, se ha demostrado, tienen una fuerte relación con el desempeño en matemáticas.

1.1 DESARROLLO COGNITIVO DE LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS

1.1.1 Sistema de Aproximación Numérica

Desde el nacimiento la especie humana posee un sistema preverbal de cuantificación numérica: el Sistema de Aproximación Numérica (SAN), que le permite detectar el número aproximado de objetos en un conjunto sin la necesidad de contarlos o hacer uso de símbolos numéricos (Feigenson, Dehaene & Spelke, 2004). Es evidente que, en los primeros meses de vida, esta habilidad se reduce únicamente a comparaciones de cantidades, donde los individuos sólo pueden

identificar en cuál conjunto de elementos dados hay más. No obstante, el SAN se irá haciendo más preciso a lo largo del desarrollo.

En el 2009, Izard, Sann, Spelke, Streri y Gallistel realizaron un estudio con recién nacidos donde les presentaban secuencias auditivas que contenían un número específico de sílabas, a su vez, en una pantalla aparecían ítems visuales que podían o no estar pareados en número con estos estímulos auditivos. Por ejemplo, el sonido "tu-tu-tu-tu-tu-tu-tu-tu-tu-tu-tu-tu-tu-tu" o "tuuuuu-tuuuuu-tuuuuu-tuuuuu" y al mismo tiempo cuatro o doce figuras geométricas presentadas visualmente (Fig. 1). Los resultados indican que los infantes tienen una preferencia visual por los estímulos que están correctamente pareados en número versus los que no tienen relación, poniendo en evidencia las representaciones numéricas abstractas que poseemos desde el inicio de la vida.

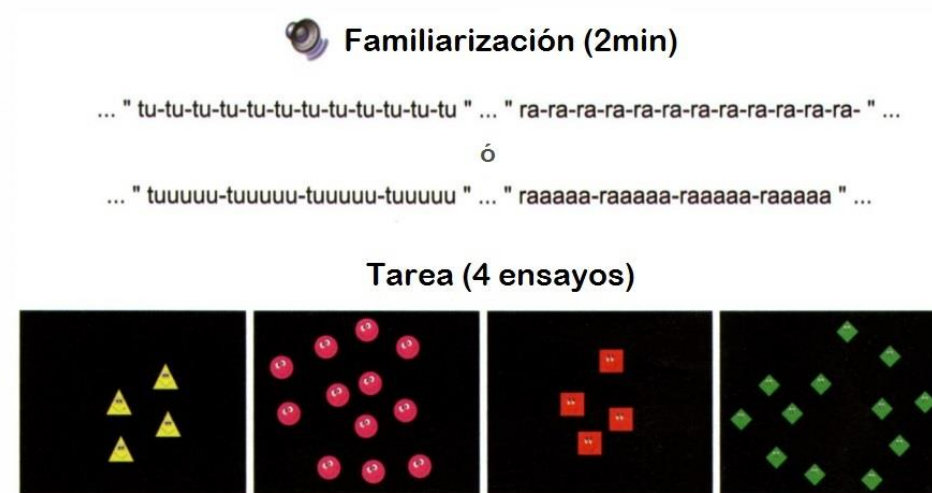


Figura 1. Tarea de representaciones numéricas abstractas realizada en recién nacidos. Tomado y adaptado de Izard et. al. (2013).

Se ha demostrado que el SAN también está presente en un sinnúmero de especies animales ya que es crucial para la conducta social, la reproducción y la búsqueda de alimento (Piazza, 2010). Por ejemplo, un animal que intenta cruzar un campo con grupos de depredadores, elegirá el camino en el que haya menos. Este sistema no es exclusivo para objetos presentados visualmente, en investigaciones que utilizan programas de reforzamiento conductual con animales como ratas y palomas se ha observado que éstos son sensibles al número de estímulos que les presentan, la intensidad de la luz, la cantidad de comida entregada e incluso el tiempo que transcurre entre ensayos (Dehaene, 1992; Dehaene & Cohen, 2007).

Algunos investigadores han planteado que el sentido numérico es la base donde se construirá una capacidad numérica más compleja, con ayuda de la escolarización en el caso de los humanos (Serra-Grabulosa, Pérez-Pamies, Lachica & Membrives, 2010). Se ha encontrado que la precisión del SAN a los 6 meses de edad predice, no solo el conocimiento de las palabras con contenido numérico, sino también el rendimiento en matemáticas a los 3.5 años de edad (Starr, Libertus & Brannon, 2013). Así, las habilidades matemáticas, las capacidades para representar de manera simbólica el número o realizar cálculos aritméticos exactos en nuestra especie, podrían venir desde las competencias numéricas preverbales presentes en el primer año de vida (Starr, et al., 2013).

La evaluación del desempeño en el SAN se realiza, principalmente, presentando conjuntos de objetos -por ejemplo, círculos de colores- en un lapso

de tiempo muy corto para inhabilitar la capacidad de conteo, y se pide al participante que indique el número aproximado de ítems presentados; o bien, por medio de discriminaciones numéricas, donde al participante le presentan dos conjuntos de objetos no simbólicos y éste elige aquél con mayor numerosidad (Halberda, Mazocco & Feigenson, 2008; Starr et al. 2013). Un ejemplo puede verse en la Figura 2.

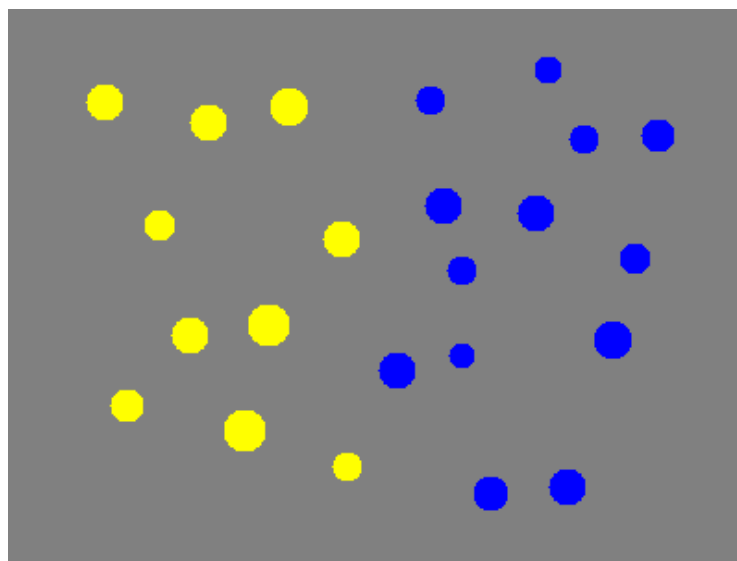


Figura 2. Representación de un ensayo en la tarea de discriminación numérica. Recuperada de <http://panamath.org/>

Dentro del SAN se ha propuesto la existencia de otro sistema cognitivo, llamado Object Tracking System (OTS), que está involucrado en tareas de discriminación numérica cuando los objetos presentados son menores a cuatro elementos (Feigenson & Carey, 2003). Los investigadores han encontrado que el tiempo de respuesta para indicar la numerosidad de cantidades pequeñas -menos de 3 o 4 objetos- es corto, aproximadamente 50 ms y la respuesta siempre es

precisa; en cambio, con cantidades grandes -más de 4 objetos- aumenta el tiempo de respuesta a más de 250 ms e incrementa la tasa de error (Piazza, Giacomini, Le Bihan & Dehaene, 2003).

En la actualidad, este proceso para hacer evaluaciones rápidas y precisas del número de objetos en un conjunto menor a cuatro, y donde la presentación de los estímulos es breve, es conocido como *subitizing*, y aún es debatido si esto es un proceso del SAN o si existe un sistema diferente para la detección de numerosidades pequeñas (Piazza, 2010; Shleifer & Landerl, 2011).

En conjunto, estos procesos son el primer paso para el desarrollo de las habilidades matemáticas en los infantes, que se desarrollará concomitante a otros procesos.

1.1.2 El lenguaje en el desarrollo de las habilidades matemáticas

Para el óptimo desarrollo de las habilidades matemáticas en los infantes, no es necesaria únicamente la precisión en el SAN. El próximo paso es la comprensión y la discriminación de cantidades que ocurrirá con ayuda del lenguaje.

Antes de la educación formal, el lenguaje juega un papel crucial en el entendimiento del número ya que, en lenguas como el español, las marcas del singular y plural están presentes en casi todos los componentes de una oración. El uso de sustantivos puede aparecer de forma singular o plural (añadiendo el alomorfo -s o -es) y estos suelen ir acompañados de un artículo que igualmente

denota cantidad (el/la/los/las), haciendo que la extracción del número 1 versus “más de uno” pueda ser inferida correctamente por los niños –por ejemplo, **el** → perro, **los** → perros- (Arias-Trejo, Cantrell, Smith y Alva, 2014). Al mismo tiempo, las palabras cuantificadoras presentes en la lengua (mucho/poco/más/menos) también indican cantidades de manera no numérica e imprecisa y ayudan a los infantes a realizar comparaciones numéricas, mismas que se irán desarrollando hasta alcanzar un entendimiento más complejo del número a través de asociaciones con el medio ambiente (Resnick, 1989).

Marrero y Aguirre (2003) describen la trayectoria de la adquisición y expresión de las palabras numéricas en los infantes; ésta se desarrolla con ayuda del habla cotidiana. Durante la primera etapa, pre morfológica, los niños no son capaces de hacer uso de los plurales; en la segunda, los niños tienden a marcar el plural únicamente en el artículo o el sustantivo; por último, en la extensión del marcador que se consolida alrededor de los dos años de edad, los niños ya son capaces de utilizar el plural en dos o más palabras de una oración.

De esta manera, la discriminación entre cantidades se enriquece del lenguaje, con el objetivo de poder marcar en el discurso si se hace referencia a uno o varios elementos. Posteriormente, para aprender a discriminar la numerosidad de más de un elemento en un nivel más complejo, los niños deberán aprender a recitar listas de palabras con contenido numérico y asociarlas a un referente gráfico.

1.1.3 Principios de conteo

Existen cinco principios que permiten a los niños determinar la numerosidad exacta de un conjunto dado, creando conexiones significativas entre las palabras numéricas y su correspondiente numerosidad (Cordes & Gelman, 2005; Gelman & Gallistel, 1978; Sella, Berteletti, Lucangeli & Zorzi, 2017).

- Principio de orden estable. Los símbolos se aplican con un orden constante y jerárquico a lo largo de una lista de conteo.
- Principio de correspondencia uno a uno. Representa que a cada elemento de un conjunto le corresponderá una etiqueta numérica que no comparte con ningún otro.
- Principio de cardinalidad. Significa que el último número de la lista de conteo equivale al total de objetos presentes en un conjunto.
- Principio de abstracción. Cualquier tipo de objeto, tomado como una unidad, puede ser reunido para ser contado.
- Principio de la irrelevancia de orden. Los elementos de un conjunto pueden ser contados en cualquier tipo de secuencia, siempre y cuando sea respetado el resto de los principios.

Alrededor de los dos años y medio de edad los niños son capaces de aplicar el principio de orden estable recitando, sistemáticamente por imitación y aprendizaje, series numéricas a pesar de que estas palabras no tienen significado numérico para ellos (Condry & Spelke, 2008). Por ejemplo, un niño puede memorizar una secuencia numérica *1, 2, 3, 4...* pero si le pidieran que proporcionara tres

elementos de un conjunto dado, no sería capaz de hacerlo. Pues, como se revisó anteriormente, en esta etapa únicamente pueden diferenciar entre “uno” y “varios” objetos haciendo uso del lenguaje aprendido (Arias-Trejo, et al., 2014).

Al estar expuestos a referentes visuales cuando recitan series numéricas, los niños asocian que los elementos son etiquetados conforme a las palabras de una lista numérica y que las palabras del inicio equivalen a una numerosidad menor en comparación con las que se encuentran al final de la lista. Consecuentemente y aproximadamente a los cuatro años de edad, los niños son capaces de comprender el principio de cardinalidad (Wynn, 1990, 1992), teniendo presente que al agregar un objeto la numerosidad aumenta y equivale a la siguiente palabra numérica de una lista de conteo. Con este conocimiento, los niños podrán hacer extracciones o adiciones para ajustar la etiqueta numérica con los objetos correspondientes y dar lugar a la siguiente etapa: el uso de la aritmética.

1.1.4 Aritmética

La aritmética es una de las habilidades matemáticas que se fortalecerá en conjunto con la instrucción formal y se refiere a la suma, resta, multiplicación y división. Para poder desarrollar esta habilidad, es necesario añadir otras herramientas después de haber adquirido los cinco principios del conteo (Desoete & Grégoire, 2006):

- El “insight” de la estructura numérica -llamada numerosidad-, es decir, el conocimiento del significado de las decenas y unidades, y el establecimiento claro de las relaciones del sistema base diez.
- El conocimiento del sistema numérico, que permite saber, de dos cantidades presentadas con palabras o con representaciones arábigas, cuál es la más grande; de cuántas decenas y/o unidades está compuesto un número dado; y la capacidad para poder hacer las transferencias de un input escuchado a uno verbal o viceversa.
- Representación no simbólica del tamaño numérico.

La exposición de la aritmética se puede representar de diferentes formas, entre las que se encuentran:

- Aritmética oral. Representación de operaciones matemáticas a través de un input escuchado. En esta categoría únicamente están involucrados los números y los signos que indican la operación a realizar. Por ejemplo, escuchar el problema *cinco más cuatro*.
- Aritmética con dígitos arábigos. En esta categoría, las operaciones matemáticas se representan visualmente. Al igual que en aritmética oral, únicamente se involucran los números y los signos que indican la operación a realizar, pero a través de un campo visual. Por ejemplo, observar la operación escrita $5+4$.
- Aritmética con palabras. Dentro de la educación básica, este tipo de aritmética es el más frecuente en las evaluaciones de aritmética. En esta

categoría se incluyen los problemas en los que la información necesaria para resolver un problema matemático es presentada en una narrativa corta, no en notación matemática. Por ejemplo, en el problema: *Alberto tiene cinco crayolas y José le regaló cuatro crayolas más, ¿cuántas crayolas tiene Alberto ahora?*

Krajewsky (2008) realizó un modelo del desarrollo matemático temprano, donde explica cómo se van añadiendo las habilidades matemáticas y lingüísticas al sentido numérico que permitirán el entendimiento de principios más complejos de este sistema.

Un escaso número de modelos han sido propuestos para la explicación del desarrollo de las habilidades matemáticas y la mayoría de ellos no toman en cuenta sus distintas formas (representaciones con dígitos arábigos, problemas matemáticos con palabras y estimaciones no simbólicas) (Zhang & Lin 2015). A continuación, se presentarán algunos modelos que explican el surgimiento de las habilidades matemáticas.

1.2 MODELOS DEL PROCESAMIENTO NUMÉRICO

1.2.1 Modelo del desarrollo matemático temprano

Este modelo propuesto por Krajewski (2008) toma en cuenta tanto las habilidades matemáticas como las lingüísticas que denotan cantidad, ya que ambas se desarrollan simultáneamente (Resnick, 1987). Al sentido numérico (SAN) se le necesitan añadir habilidades como el conteo y la discriminación de cantidades para poder adquirir el conocimiento de la aritmética básica, estas habilidades se pueden representar en tres niveles del desarrollo:

- En el primer nivel se encuentra presente el principio de orden estable donde únicamente se hace uso de un aprendizaje imitativo para la recitación de series numéricas, simultáneamente, los niños adquieren el lenguaje y realizan comparaciones de cantidades utilizando palabras como "más" o "menos", sin embargo, estas cantidades son discretas y aún no tienen una relación específica con numerosidades.
- En el segundo nivel se desarrollan relaciones entre cantidades y palabras con carga numérica que pueden dividirse en dos bloques. En el primero de ellos se van formando vinculaciones entre palabras numéricas y categorías de cantidades debido a la exposición continua a listas de conteo que son imprecisas, por ejemplo "muchísimo" es relacionado con "miles", y "poco" con numerosidades pequeñas como "uno" o "dos".

En el segundo bloque, y gracias a la frecuente enumeración de objetos que realizan los niños, comprenden que mientras más duración tenga una lista de conteo equivaldrá a una mayor cantidad de objetos, haciendo que las vinculaciones entre cantidades –como el tiempo- y las palabras numéricas sean cada vez más exactas.

- En el tercer nivel se llega a la comprensión de que los números pueden dividirse en conjuntos más pequeños y combinarse nuevamente para crear la misma cantidad, entonces, una cantidad numérica está conformada por otras cantidades de menor numerosidad y las diferencias entre cantidades pueden ser compensadas añadiendo algunas otras (Figura 3).

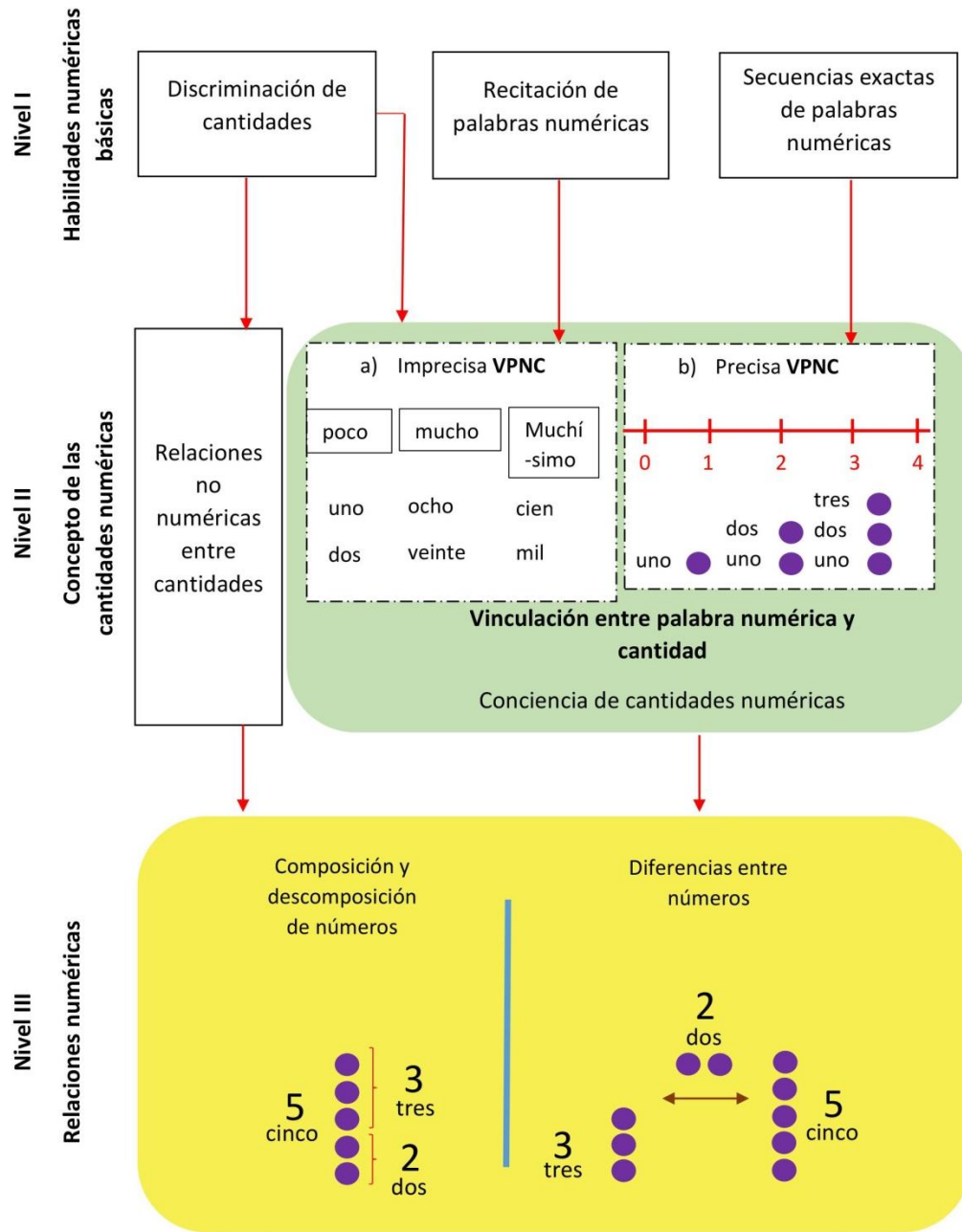


Figura 3. Modelo del desarrollo matemático temprano. Tomado y adaptado de Krajewski & Schneider(2009).

1.2.2 Modelo Cognitivo

McCloskey (1985) realizó un análisis cognitivo del procesamiento numérico y del cálculo, desarrollando un modelo que explica el rendimiento de estos procesos en individuos normales y con discapacidades cognitivas. En este modelo se distinguen dos sistemas cognitivos involucrados en el uso de los números, el primero de ellos es el sistema de procesamiento numérico que radica en los mecanismos para la comprensión y la producción de los números, el segundo es el sistema de cálculo que consiste en los hechos y procedimientos requeridos para el cálculo numérico.

Dentro del sistema de procesamiento numérico existen dos mecanismos para la comprensión y la producción de números donde se enfatiza la importancia del procesamiento léxico y sintáctico (Figura 4). En la comprensión o la producción de los elementos individuales de un número, por ejemplo el dígito 3 o la palabra *tres*, está involucrado únicamente el procesamiento léxico, sin embargo, para la comprensión y producción de números más complejos se requiere el procesamiento sintáctico que participa en la relación de los elementos que los conforman, es decir, de la cantidad 4572 y *cuatro mil quinientos setenta y dos* se requiere primeramente el significado de cada dígito y posteriormente determinar a qué categoría pertenece cada dígito según su posición (decenas, centenas, unidades, etcétera) para poder relacionarlos y conocer su composición.

En cuanto al sistema de cálculo, un déficit en el procesamiento de números, esto es, en la comprensión sintáctica o léxica del número, influirá directamente en él. Por ejemplo, si existe un déficit en léxico en la comprensión de números

arábigos influirá en tareas presentadas con números arábigos, pero no necesariamente en tareas matemáticas presentadas fonéticamente. No obstante, también existen mecanismos específicos del cálculo que dificultarán la resolución de estos problemas, mismos que se presentan a continuación:

- Mecanismos cognitivos de procesamiento de símbolos operacionales (por ejemplo, el signo -) y palabras (por ejemplo, *menos*).
- Recuperación de problemas aritméticos básicos. Se refiere a la resolución de problemas matemáticos aprendidos y no procedimentales, por ejemplo, las tablas de multiplicar o las operaciones aritméticas de un dígito como $1+2$.
- Ejecución de los procesos de cálculo. Se refiere a problemas matemáticos donde su resolución depende de procedimientos específicos y estrategias aprendidas.

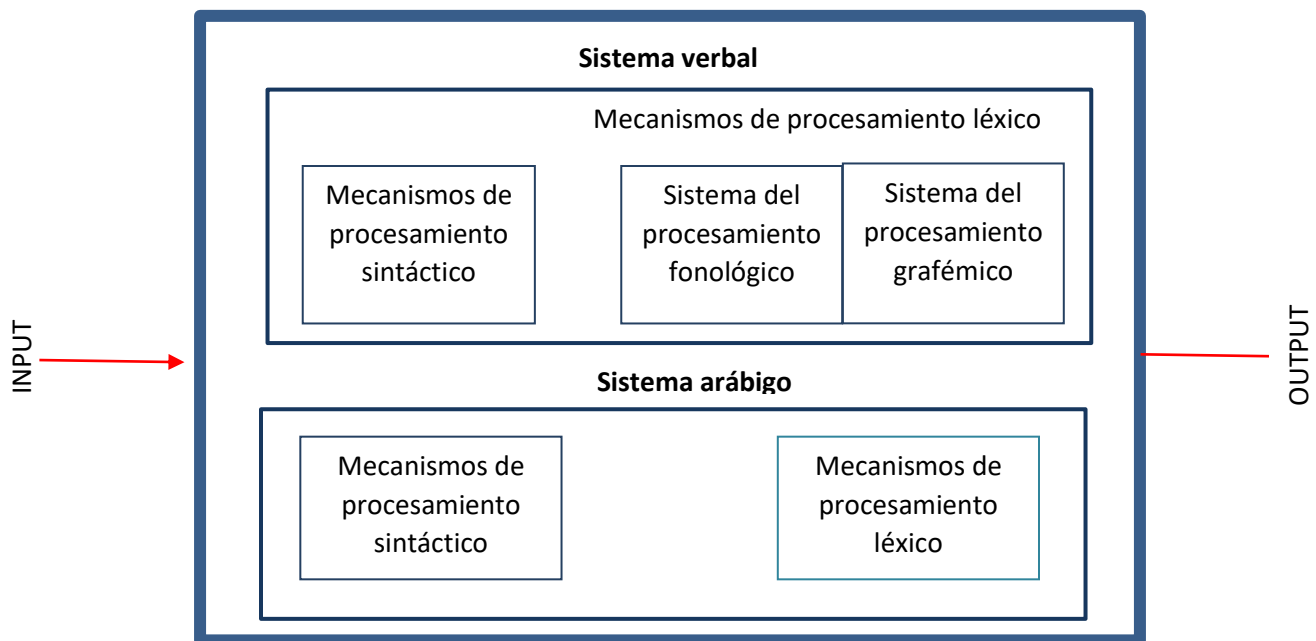


Figura 4. Representación del sistema de comprensión numérica. Tomado y adaptado de McCloskey (1985).

1.2.3 Modelo del código triple

Recientemente, las investigaciones sobre la cognición matemática se han estudiado desde distintas disciplinas y cada una con un enfoque propio, una de las propuestas más aceptadas ha sido la de Dehaene (1992), este trabajo está basado en este modelo ya que abarca tres importantes módulos en la aplicación de las habilidades matemáticas.

El modelo del código triple consta de dos premisas:

La primera premisa asume que los números son manipulados mentalmente en diferentes códigos (magnitud verbal, visual y analógica) dependiendo del formato en el que los números son presentados (Figura 5).

- El código verbal sugiere que la resolución de problemas matemáticos está relacionada con el procesamiento fonológico, por ejemplo, en la recitación de números y la resolución de sumas de una sola cifra que dependen más del habla general, es decir, un sistema de procesamiento del lenguaje escrito y no de un sistema relacionado con notación numérica ya que este proceso se realiza en automático y se compara con el aprendizaje del alfabeto o los nombres de los días de la semana.
- El código visual involucra el procesamiento de números representados con dígitos arábigos, por ejemplo, cuando se realizan operaciones matemáticas con cifras de más de un dígito, que requiere de un sistema más grande de notación posicional como la notación arábica.

- El código analógico se relaciona con la representación y estimación de numerosidades, este último es el único que se comparte con otros animales y es el único disponible en infantes preverbales (Dehaene, 1992), es decir, es el Sistema de Aproximación Numérica.

La premisa número dos del modelo de código triple, sugiere que cada procedimiento numérico está relacionado a un código específico, y si bien, los tres códigos -de magnitud analógica, visual y auditiva- están en constante interacción durante el procesamiento numérico, la activación de éstos varía de acuerdo a la tarea solicitada (Moll, Göbel & Snowling; 2015). Por ejemplo, al leer dígitos arábigos, el código más involucrado para resolver la tarea será el código visual versus el código analógico (Figura 4).

Este modelo es el primero en tomar en cuenta todas las formas en las que pueden ser presentadas las habilidades matemáticas, facilitando el estudio de cada una y pudiendo discernir acerca de los déficits que presenta cada individuo.

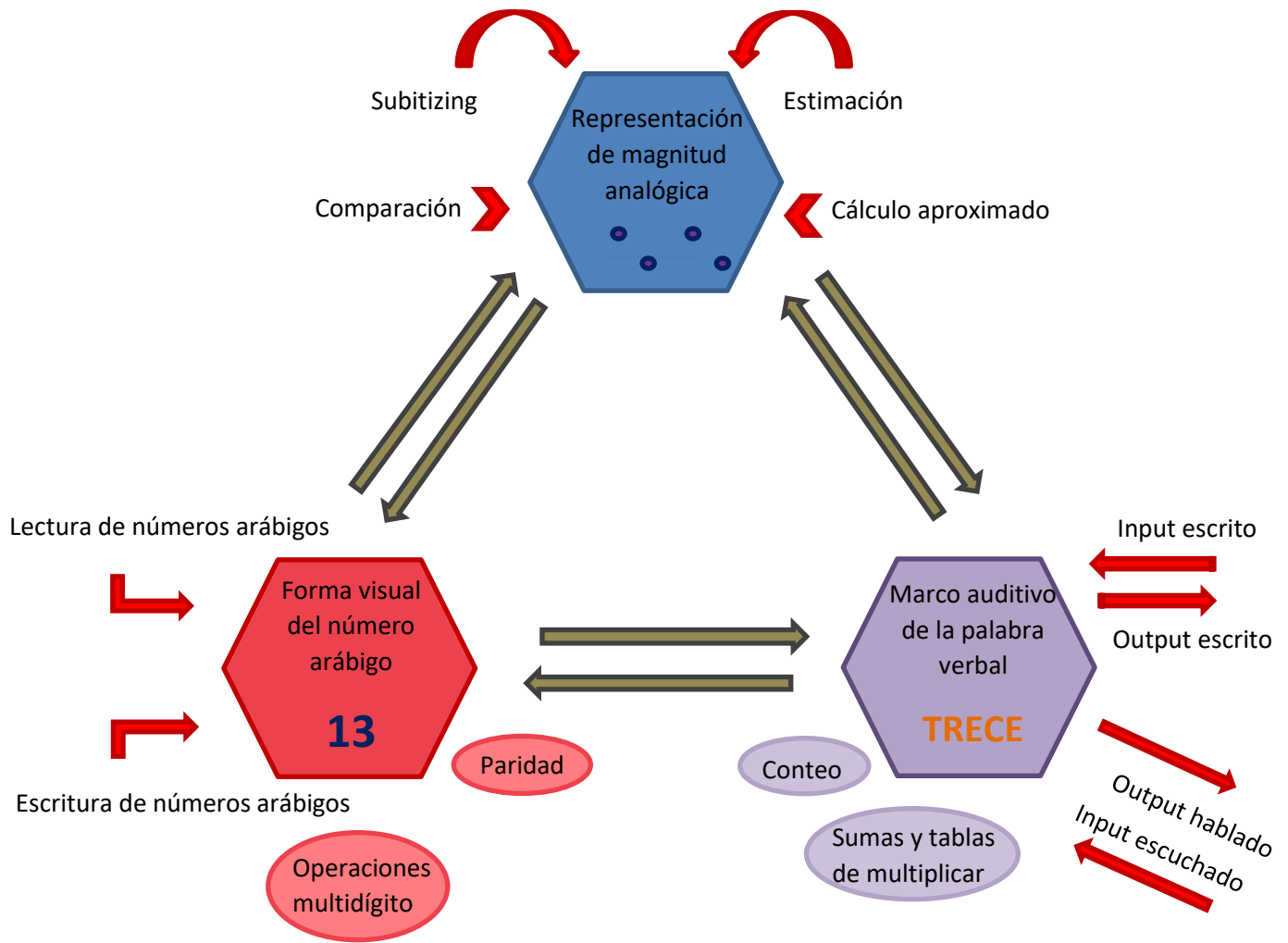


Figura 5. Modelo del código triple. Tomado y adaptado de Dehaene (1992).

1.3 ÁREAS CEREBRALES INVOLUCRADAS EN EL PROCESAMIENTO NUMÉRICO

En este apartado se mencionarán brevemente las áreas cerebrales que, se ha demostrado por medio de técnicas de neuroimagen, participan en la resolución de tareas matemáticas. La información que se presenta a continuación respalda la teoría del código triple, donde la activación de estas áreas es diferente de acuerdo a cómo son presentadas las tareas.

En la actualidad se ha enriquecido mucho la investigación sobre los sustratos neurales que subyacen al procesamiento numérico, a pesar de las diferencias metodológicas empleadas por los investigadores, se ha encontrado en repetidas ocasiones la activación del surco intraparietal cuando los participantes realizan actividades matemáticas tales como comparaciones numéricas (Pinel, Piazza, Le Bihan & Dehaene, 2004), estimaciones cuantitativas (Dehaene, Spelke Pinel, Stanescu & Tsivkin, 1999), uso de la línea mental (Vuilleumier & Driver, 2004), y resolución de problemas aritméticos y algebraicos (Rivera, Reiss, Eckert & Menon, 2005).

El segmento horizontal del surco intraparietal (HIPS por sus siglas en inglés) es el sitio de mayor activación en estudios de neuroimagen que versan sobre el procesamiento numérico (Figura 6), además se han encontrado variaciones en la activación del HIPS cuando los participantes están realizando alguna tarea matemática, dependiendo de cómo ésta sea presentada (Dehaene, 2003).

- Cálculo mental: La mayor activación del HIPS se produce cuando los participantes realizan una resta y cuando estiman el número aproximado de una suma, una menor activación ocurre con los cálculos exactos y la lectura de símbolos numéricos.
- Cálculo no simbólico. Una activación del HIPS también ocurre cuando los participantes realizan comparaciones de objetos, esta activación es proporcional a la distancia que existe entre el número de objetos a comparar.

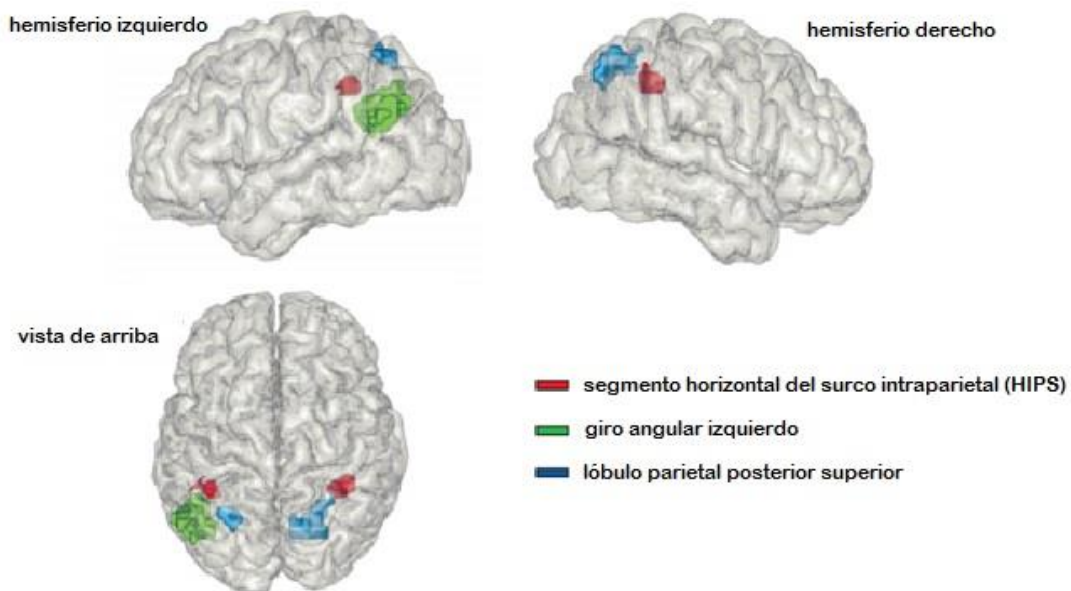


Figura 6. Representación de las principales áreas cerebrales relacionadas con el procesamiento numérico. Tomado y adaptado de Dehaene (2003).

El giro angular, principalmente del hemisferio izquierdo, está relacionado con tareas aritméticas que no requieren una operación procedimental para resolverse, es decir, que se recuperan directamente de la memoria a largo plazo; en cambio,

una red más larga de regiones prefrontales y parietales está comprometida cuando los problemas se resuelven procedimentalmente (Grabner, Reishofer, Koschutnig & Ebner, 2009). En un estudio hecho por Simon y sus colaboradores en el 2002, se registraron las actividades cerebrales de participantes que realizaban seis tareas cognitivas y el giro angular izquierdo fue el único sitio parietal activado en las tareas de cálculo y detección de fonemas.

Los hallazgos encontrados gracias a las técnicas de neuroimagen han ayudado a sustentar el modelo de código triple, demostrando la existencia de una activación cerebral diferente para cada tipo de operación matemática y apoyando la idea de que las habilidades matemáticas no se reducen únicamente a las presentadas con dígitos arábigos, pues en la actualidad es la única forma de evaluar a los niños que inicial el proceso de escolarización.

CAPÍTULO II

DENOMINACIÓN SERIAL RÁPIDA

En este capítulo se revisarán aspectos teóricos de la Denominación Serial Rápida (DSR) y la relación existente entre esta tarea con los trastornos del aprendizaje, tales como la dislexia y las habilidades matemáticas. De esta manera, primero se contextualizará en el campo de la dislexia y, posteriormente, se retomarán los principales procesos cognitivos que se han estudiado dentro de la DSR para poder enlazarlos con la investigación realizada en matemáticas.

Un punto importante a tratar, y es la razón por la que la DSR ha sido estudiada en diversas investigaciones, son las correlaciones que se han encontrado entre el rendimiento en esta tarea y el desempeño lectura. A pesar de que la tarea de denominación serial se creó para evaluar el nombramiento rápido de objetos en niños con dislexia, el interés en este trabajo se inclina hacia el desempeño en las habilidades matemáticas; es importante aclarar que este tema de investigación es relativamente nuevo, por lo que la información disponible es escasa.

2.1 Denominación Serial Rápida y Dislexia

La dislexia es un déficit específico en la adquisición de la lectura, especialmente en el reconocimiento de palabras y su decodificación (Landerl, Fussenegger, Moll & Willburger, 2009). Denckla y Rudel (1974) encontraron que los niños que manifestaban dificultades severas en lectura también presentaban problemas al

realizar tareas que requieren el nombramiento rápido y preciso de objetos presentados visualmente, a pesar de que los objetos eran altamente familiares para los niños; para evaluarlo diseñaron la tarea de Denominación Serial Rápida (DSR) que consiste en pedirle a los participantes que nombren, lo más rápido y preciso posible, ítems de diferentes categorías que son presentados en láminas. Por ejemplo: nombrar de manera rápida y acertada láminas con dígitos, con letras, con colores y con objetos. Un déficit en la tarea de DSR se mantuvo presente en todos los niños con dislexia, evocando los ítems con mayor lentitud, imprecisión e inconsistencia en condiciones que requieren un nombramiento rápido y repetitivo, en comparación con el desempeño de niños con desarrollo típico (Denkla & Rudel, 1974).

Actualmente, la tarea de DSR se encuentra en baterías neuropsicológicas que evalúan trastornos del aprendizaje. El seguimiento e interés reciente en la investigación de la denominación serial, ha permitido identificar su utilidad como predictor de habilidades lectoras (Kirby, Georgiou, Martinussen & Parrila, 2010; Kirby, Parrila, & Pfeiffer, 2003; Mazzocco & Grimm, 2013; Neuhaus, Foorman, Francis & Carlson, 2001; Norton & Wolf, 2012).

El uso de la DSR, tanto en investigación como en baterías neuropsicológicas, tiende a utilizarse con el total de las láminas que la conforman (letras, dígitos, colores y objetos). Sin embargo, la evidencia empírica sugiere que la DSR debe dividirse en dos factores diferentes: los dígitos y letras deben agruparse en el factor llamado DSR alfanumérico, mientras que los objetos y colores en el factor

llamado DSR no alfanumérico (Figura 7) debido a las diferencias que se encuentran en estos factores en cuanto a los procesos cognitivos involucrados en la resolución de las tareas y porque algunos investigadores han encontrado que el factor alfanumérico es el mejor predictor de habilidades lectoras (Bowey, McGuigan & Ruschena, 2005).



Figura 7. Ejemplos de ítems alfanuméricos y no alfanuméricos.

En investigaciones científicas que versan sobre la DSR, los criterios para elegir el factor que será utilizado son propios de cada investigador. La indagación en la DSR ha mostrado que un bajo desempeño en la tarea de DSR alfanumérica (dígitos y letras) en edades tempranas, es decir, antes de tener instrucción formal, es considerado un factor de riesgo para posteriores dificultades en lectura y ortografía (Mazzoco & Grimm, 2013; Neuhaus, et al, 2001). Sin embargo, esto no se mantiene estable a lo largo del desarrollo ya que, una vez que comienza la instrucción formal, el factor alfanumérico deja de tener valor predictivo y lo que predice ahora estas dificultades es el factor no alfanumérico (Kirby et al, 2003; Lervag & Hulme, 2009). Una explicación plausible podría deberse a que antes de la etapa escolar los niños tienen poca interacción con los signos alfanuméricos y es

por esto que para ellos es más difícil nombrar estos elementos; a la inversa, la constante presentación de dígitos y las letras durante la instrucción formal, hace que los ítems no alfanuméricos sean más difíciles de nombrar pues son menos automatizados (Donker, Kroesbergen, Slot, Van Viersen & De Bree, 2016).

Se ha revisado que la DSR tiene una fuerte validez en la predicción de habilidades lectoras (Kirby, et al, 2010; Kirby, et al, 2003; Mazzoco et al, 2013; Neuhaus, et al, 2001; Norton, et al, 2012), no obstante, los procesos cognitivos que se encuentran involucrados en su ejecución parecen no tener claridad aún, pues los investigadores se encuentran en un extenso debate.

2.2 PROCESOS COGNITIVOS INVOLUCRADOS EN LA DENOMINACIÓN SERIAL RÁPIDA

Además de correlacionar significativamente con los trastornos de lectura, en la actualidad se debate sobre los procesos cognitivos que se ven involucrados en la DSR ya que también se han encontrado relaciones entre esta tarea y las habilidades matemáticas, a pesar de que los participantes de estas investigaciones estuvieron controlados por coeficiente intelectual y desempeño en lectura (Donker, et al. 2016). De esta manera, se ha propuesto que la DSR está relacionada con el procesamiento fonológico (Bowey, McGuigan & Ruschena, 2005), con la velocidad de procesamiento general (Georgiou, Tziraki, Manolitsis & Fella, 2013) y con la memoria de trabajo (Weng, Li & Li, 2015).

2.2.1 Velocidad de procesamiento

La velocidad de procesamiento es la tasa en la que la información puede ser procesada cognitivamente por una persona (Newbury, Klee, Stokes & Moran, 2016), es decir, la habilidad de procesar información entrante antes de que decaiga o antes de que sea recibida nueva información que interfiera en ella (Kleemans, Segers, & Verhoeven, 2014).

Existe evidencia de que la velocidad de procesamiento tiene relación con variables como el nombramiento rápido y automatizado (Georgiou, et al. 2013); sin embargo, en la mayoría de los trabajos, esta variable ha demostrado ser independiente de la DSR, algunos investigadores consideran que esta relación se debe a que la velocidad de procesamiento es un predictor fuerte y confiable de un gran número de dificultades del aprendizaje como la lectura, no limitado únicamente a problemas de DSR (Savage, Pillay & Melidona, 2007). Catts, Gillespie, Leonard, Kail y Miller (2002) mostraron que después de considerar las medidas de velocidad de procesamiento, las diferencias individuales de la DSR dejan de predecir el desempeño en lectura.

Georgiou y sus colaboradores (2013) encontraron que los tiempos de espera (inconsistencia en nombrar los dígitos de la DSR) en la denominación serial correlaciona tanto con el desempeño en lectura como con el desempeño en matemáticas, a su vez, estos dos comparten su varianza predictiva con velocidad de procesamiento y memoria de trabajo.

2.2.2 Procesamiento fonológico

La conciencia fonológica es el conocimiento del sonido de las letras, es decir, la estructura de los fonemas (Defior, 2008). Por ejemplo, si a una persona con una conciencia fonológica adecuada le presentan la palabra "gato" sabe que esa palabra se constituye del sonido de las letras "g-a-t-o" y si se le pide que mezcle fonemas para formar una palabra, sería capaz de hacer la tarea sin mayor problema, por ejemplo, le presentamos los fonemas de "c-a-s-a" y le pedimos que diga la palabra que se forma con esos fonemas.

En el aprendizaje de la lectoescritura, la conciencia fonológica es de suma importancia ya que para aprender a leer y escribir no sólo es necesario el dominio de las reglas de correspondencia entre grafemas y fonemas sino también el conocimiento de los fonemas que componen las palabras completas (Defior, 1994, 2008). Específicamente, la conciencia fonológica ha tenido una gran relación con la DSR., en cuanto a la DSR alfanumérica, se ha demostrado que es necesario el acceso a la información fonológica que está almacenada a largo plazo para poder realizar esta tarea (Georgiou et al. 2013) y así nombrar los fonemas de las letras presentadas gráficamente. Las investigaciones que intentan explorar la conciencia fonológica en personas con dificultades en lectura, encuentran relaciones significativas entre la DSR y el procesamiento fonológico (Schatschneider, Carlson, Francis, Foorman & Fletcher, 2002).

2.2.3 Memoria de trabajo

La memoria de trabajo es la capacidad de mantener información en un breve periodo de tiempo y procesarla al mismo tiempo (Weng, et al. 2015). Se evalúa principalmente por dos vías: la auditiva, donde a los participantes les presentan listas de palabras y deben repetirlas en el mismo orden; las tareas de memoria de trabajo en el campo visual consisten en presentarle estímulos visuales, el experimentador toca éstos en un orden predeterminado y al finalizar, el participante debe repetir esta secuencia en el mismo orden.

Georgiou et al. (2013) y Weng et al. (2015) encontraron una relación entre la DSR y memoria de trabajo. Tanto las habilidades lectoras, matemáticas y de DSR requieren la recuperación rápida de representaciones fonológicas almacenadas en la memoria a largo plazo; en el trabajo de Weng et al. (2015) se demostró que la memoria de trabajo auditiva tiene más importancia en la DSR en comparación de tareas de memoria de trabajo que involucran el campo visual.

2.3 ÁREAS CEREBRALES INVOLUCRADAS EN LAS TAREAS DE DSR

Cummine y sus colaboradores (2014) midieron la ejecución de la DSR utilizando técnicas de neuroimagen (resonancia magnética) en sujetos universitarios, observando un patrón neural similar entre ambos tipos de DSR que incluye regiones como el cerebelo, relacionado con planificación motora; el giro temporal medio relacionado con el acceso semántico; el área motora suplementaria y la

corteza cingulada que se relaciona con la articulación, así como el giro supramarginal ventral que se activa en el mapeo de fonema-grafema. Sin embargo, las tareas de DSR alfanumérica mostraron activación en otras áreas como el precúneo, giro supramarginal bilateral, núcleo accumbens y el tálamo, regiones relacionadas con semántica y articulación en comparación con las tareas no alfanuméricas. Para la tarea que involucraba objetos se observó una activación única en el giro fusiforme bilateral, una región implicada en el procesamiento de objetos (Cummine, et al. 2014).

Misra, Katzir, Wolf, y Poldrack (2004) encontraron, mediante el uso de resonancia magnética, activación en áreas cerebrales temporoparietales izquierdas y en el giro angular (en la tarea de DSR-letras) cuando adultos realizaban tareas de DSR, relacionadas también con el procesamiento numérico (Dehaene, Piazza, Pinel & Cohen, 2003) lo que podría explicar una posible relación entre estas dos variables.

2.4 DENOMINACIÓN SERIAL RÁPIDA Y MATEMÁTICAS

El interés en la investigación de la DSR ha favorecido sustancialmente al campo de la dislexia, mientras que para las habilidades matemáticas la investigación es más escasa pues las dificultades del aprendizaje en este campo pueden tomar diferentes formas a lo largo del desarrollo, siendo generadas o acentuadas por una variedad de déficits cognitivos. Además, no existe una exploración profunda y

específica entre la DSR alfanumérica y no alfanumérica para las habilidades matemáticas en general (Donker, et al. 2016).

En este subtema se revisarán los trabajos de investigación que han encontrado relaciones entre la DSR y las habilidades matemáticas, cabe destacar que dentro de estos trabajos existen inconsistencias en los resultados debido a que, como ya se revisó, la DSR sufre cambios en sus componentes a lo largo del desarrollo y existe mucha variabilidad de acuerdo al formato utilizado de la tarea (Neuhaus, Foorman, Francis & Carlson, 2001).

Van der Sluis, De Jong y Van der Leij (2004) estudiaron funciones ejecutivas en niños con dificultades en lectura, matemáticas y comorbilidades, que cursaban el cuarto y quinto año de educación básica. En este trabajo dos de sus variables control fueron los puntajes obtenidos en las tareas alfanuméricas de la DSR y en su análisis estadístico encontraron una diferencia en el desempeño en la tarea de DSR-dígitos en los niños que tenían dificultades matemáticas versus los que no, sin embargo, no fue así con la lámina de letras, que correlacionó más con las deficiencias relacionadas a lectura. Cabe mencionar que la agrupación de los niños con dificultades matemáticas fue a partir de un test de tiempo, en el que les daban tres minutos para contestar la mayor cantidad de operaciones matemáticas impresas que pudieran, y éstas incrementaban en dificultad; para la tarea de DSR-dígitos, los ítems en esta tarea fueron 1, 2, 3 y 4 ya que sólo se usó como variable control.

D' Amico y Passolunghi (2009) estudiaron, de manera longitudinal, el rendimiento en la denominación serial rápida de niños que cursaban cuarto y quinto año de educación primaria que presentaban dificultades en el aprendizaje de las matemáticas, cada uno de estos niños fue pareado por edad cronológica con un grupo control. Los autores encontraron que los niños con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas son más lentos en las tareas de DSR alfanumérica en comparación con sus controles, especialmente al nombrar dígitos. Sin embargo, este resultado no se mantuvo estable después de controlarlos por desempeño en lectura donde tanto los dígitos como letras presentaron un mayor tiempo de respuesta. Es necesario aclarar que a los participantes sólo les presentaron una tarea de DSR, donde los dígitos y letras aparecían en una pantalla aleatoriamente y de manera individual.

Uno de los trabajos más recientes que estudia la DSR ha sido el de Donker, et al. (2015). En este proyecto tomaron en cuenta a niños de entre 7 y 10 años con dificultades en lectura y/u ortografía (DLO), con dificultades en habilidades matemáticas (DHM), y con dificultades en lectura y/u ortografía y dificultades en habilidades matemáticas (DLO + DHM). Los resultados encontrados demuestran que los niños con DLO y DLO+DHM emplean mayor tiempo al realizar las tareas de DSR tanto alfanuméricas como no alfanuméricas, mientras que los niños del grupo DHM únicamente mostraron tiempos más largos en el nombramiento de ítems para las tareas no alfanuméricas.

La inconsistencia de los pocos estudios realizados con DSR y las matemáticas podría explicarse por los diferentes criterios de los investigadores al tomar la muestra de niños con dificultades matemáticas (Moll, Göbel & Snowling 2015), los diferentes métodos para evaluar la DSR (Misra et al. 2004) y el formato de DSR empleado. Por esta razón se decidió realizar el presente trabajo, donde se tomará en cuenta un rango más amplio de habilidades matemáticas (aritmética oral y con palabras, aritmética con dígitos arábigos y aritmética no simbólica), los cuatro formatos de la DSR (con dígitos, letras, colores y objetos), y el método tradicional para evaluar el nombramiento rápido, es decir, a través de láminas con 50 elementos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 JUSTIFICACIÓN

En el 2013, el 12.4% de los niños de entre 3º y 6º de primaria tuvo un desempeño insuficiente en matemáticas según la prueba ENLACE (2013) y el 57% de mexicanos escolarizados evaluados en el 2015, no alcanzó el nivel de competencias básicas en matemáticas según el Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés, 2015). Estos resultados muestran la problemática a nivel nacional en educación básica, específicamente en matemáticas, es por ello que existe la necesidad de ahondar en la investigación para esclarecer los procesos cognitivos que se ven involucrados al resolver tareas aritméticas. Teniendo esta información, se podrán crear planes de intervención específicos que se puedan aplicar antes de que los alumnos comiencen a tener dificultades de aprendizaje, durante el proceso de escolarización.

Actualmente la importancia que se le ha dado a la investigación de las habilidades matemáticas ha tomado fuerza en los últimos años, sin embargo, en las décadas pasadas los estudios que se realizaban sobre este tema eran escasos debido a su complejidad teórica. La diversidad y cambio de procesos cognitivos involucrados en la resolución de problemas matemáticos a lo largo del desarrollo y otros factores externos como el medio ambiente, que están involucrados directamente en la resolución de estos problemas, hacen difícil el estudio en este

campo; además la influencia de estos procesos en tareas matemáticas va cambiando a lo largo del tiempo.

Los trabajos de investigación que han estudiado la Denominación Seria Rápida han aportado suficiente información sobre su relación con el desempeño en lectura, pero con habilidades matemáticas hay bastantes inconsistencias en los resultados que pueden deberse a los criterios que utilizan los investigadores para conformar su muestra, no existe algún trabajo que utilice los dos formatos de DSR (Donker et al. 2015) y regularmente evalúan a los niños únicamente con aritmética con dígitos. Por lo tanto, el presente estudio pretende examinar la relación entre la DSR y matemáticas empleando los formatos de DSR tanto alfanuméricos como no alfanuméricos, haciendo una evaluación de los tres tipos de habilidades matemáticas según el modelo de código triple (Dehaene, 1992): aritmética con dígitos arábigos, aritmética verbal (cálculo mental y con palabras), y aritmética no simbólica.

3.2 OBJETIVOS

Objetivo General

Investigar si la DSR tiene relación con las habilidades matemáticas de niños escolarizados con una edad de entre 6 y 7 años.

Objetivos Específicos

Identificar cuál es el formato de la DSR que se relaciona mejor con las habilidades matemáticas en general.

Describir las diferencias existentes entre los cuatro formatos de DSR a partir de las relaciones obtenidas con las habilidades matemáticas.

3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿La DSR tiene relación con las habilidades matemáticas de niños entre 6 y 7 años de edad?

¿Cuál formato de DSR se relaciona mejor con las habilidades matemáticas en general?

¿Existen diferencias entre los cuatro formatos de DSR con respecto a su relación con las habilidades matemáticas?

3.4 HIPÓTESIS

H₀:

La eficiencia en la DSR no predice habilidades matemáticas.

H₁:

La eficiencia en la DSR predice habilidades matemáticas.

H_a:

La eficiencia en la DSR alfanumérica predice por lo menos algún tipo de habilidad matemática.

3.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Transversal-correlacional.

Se recabaron los datos de los participantes en un solo momento y se pretende relacionar la eficiencia de la DSR con el puntaje en habilidades matemáticas de niños escolarizados con una edad de 6 y 7 años.

3.6 VARIABLES

Variables de control

- Edad cronológica.
- Sexo.

- Grado escolar.
- Cociente intelectual medido con una versión corta de la escala Weschler de Inteligencia para niños IV (semejanzas, claves, vocabulario y matrices).
- Puntaje en lectura rápida.

Variable independiente

- Eficiencia en la tarea de Denominación Serial Rápida (DSR).

Variable dependiente

- Puntaje en habilidades matemáticas.

3.7 PARTICIPANTES

Criterios de inclusión

- Participaron en el estudio niños con una edad entre 6 y 7 años de edad.
- Los participantes debían estar cursando los primeros tres meses del segundo grado de educación primaria, con el fin de que estuvieran equilibrados por nivel de conocimientos adquiridos a través de la instrucción formal.
- Los participantes debían contar con un cociente intelectual (CI) dentro del promedio (mayor a 85 puntos y menor a 115 puntos), para ello se utilizó una versión corta de la escala Wechsler de Inteligencia para niños-IV, estandarizada para población mexicana (2007).

Criterios de exclusión

- No participaron niños que hayan puntuado por debajo del percentil 25 o por encima del percentil 80 en la tarea de "lectura rápida", que forma parte de la Batería Neuropsicológica de los Trastornos del Aprendizaje (2013) estandarizada para población mexicana.
- No participaron niños que tuvieran daño neurológico reportado por los tutores o por las profesoras de la institución educativa a la que pertenecían, así como problemas de conducta.

Se evaluó a un total de 164 niños que estaban cursando los primeros tres meses del segundo grado de educación primaria y que residían en la Ciudad de México. La mayoría de participantes estaban inscritos en una escuela pública en la delegación Álvaro Obregón. Esta delegación se encuentra dentro del área urbana de la ciudad, cuenta con 749,982 habitantes, de los cuales el 31% se encuentra en problemas de pobreza. En cuanto a educación, el 87.74% de los habitantes mayores de 3 años y menores de 14 sabe leer y escribir, y el 26.76% de la población asiste a la escuela (Anuario Estadístico y Geográfico de la Ciudad de México, 2016).

De los 164 niños, 88 fueron excluidos de la muestra porque no cumplieron los criterios de inclusión: 35 presentaron puntuaciones mayores a 115 en la escala de inteligencia Weschler y 17 tuvieron una puntuación inferior a 85 puntos; con respecto a lectura, 23 no sabían leer aún y 1 presentaba problemas de tartamudeo

por lo que fue imposible aplicarle la tarea. Finalmente, 12 niños fueron identificados con comorbilidades (CI alto y desempeño en lectura superior, CI bajo y desempeño en lectura deficiente, CI alto y desempeño bajo en lectura o CI bajo y desempeño en lectura alto).

La muestra final estuvo constituida por 76 niños, donde 24 pertenecían al género masculino y 52 al femenino, con una edad de \bar{X} = 86.38 meses, $SD=4.88$ y un CI de \bar{X} =100.87, $SD=8.99$. 7 niños procedían de escuelas privadas y 69 de una escuela pública ubicada al sur de la ciudad, descrita anteriormente.

Todos los niños contaron con consentimiento informado firmado por los padres de familia, a quienes se les entregó un reporte final con los resultados del desempeño de su hijo.

3.8 PROCEDIMIENTO

Los participantes fueron evaluados en una sola sesión de aproximadamente 1 hora, en un aula de clases perteneciente a su institución académica o en el laboratorio de Psicolingüística de la UNAM. Ambos espacios se describen a continuación.

- Aula de clases. Espacio de 5x10 m. Con iluminación adecuada, ventilado y libre de distractores. Dentro del mobiliario se encontraba una mesa de 2x6 m., 20 sillas y un archivero.

- Recepción del laboratorio de Psicolingüística: Espacio de 4x5 m. En sus instalaciones se encontraba una mesa circular, una cómoda y un espacio de juego acondicionado para niños menores de 3 años, aun así, al participante fue acomodado en dirección contraria a esta área para evitar distracciones. Contaba con una iluminación y ventilación adecuada.

Con el fin de evitar valores sesgados en el puntaje de las tareas, durante la evaluación hubo tres opciones de aplicación de acuerdo al orden de presentación:

- 1) Valoración de CI (semejanzas, vocabulario, matrices y claves), aplicación de las tareas de BANETA (lectura de palabras y evaluación de habilidades matemáticas) y desempeño en el SAN (Panamath).
- 2) Desempeño en el SAN (Panamath), valoración de CI (semejanzas, vocabulario, matrices y claves) y aplicación de las tareas de BANETA (lectura de palabras y evaluación de habilidades matemáticas).
- 3) Aplicación de las tareas de BANETA (lectura de palabras y evaluación de habilidades matemáticas), desempeño en el SAN (panamath) y valoración de CI (semejanzas, vocabulario, matrices y claves).

3.9 INSTRUMENTOS

WISC IV: Se aplicó una versión corta de la escala Wechsler de Inteligencia para niños-IV, estandarizada para población mexicana (2007), que permitió calcular el

cociente intelectual de los participantes. Esta versión consta de cuatro subpruebas (semejanzas, claves, vocabulario y matrices) que se describen abajo y tiene una confiabilidad de .94.

Semejanzas: Mide la formación de conceptos verbales y razonamiento verbal, la capacidad para colocar objetos y eventos juntos en un grupo o grupos con significado. Consta de 23 pares de palabras que fueron proporcionadas oralmente al niño y él indicó en qué se parecen dichas palabras (Figura 8 del anexo).

Claves: Esta es una subprueba que mide velocidad de procesamiento, está relacionada con capacidad de aprendizaje y flexibilidad cognitiva. Aquí se le pidió al niño que copiara símbolos que estaban pareados con formas geométricas simples o con números. Utilizando una clave, el niño dibujó cada símbolo en su forma o casilla correspondiente dentro de un límite de tiempo (Figura 9 del anexo).

Vocabulario: Esta es una tarea de comprensión verbal. Mide el conocimiento de palabras y la formación de conceptos verbales del niño, también mide su reserva de conocimientos, capacidad de aprendizaje y grado de desarrollo del lenguaje. Constó de 36 reactivos, 4 visuales y 32 verbales. Para los reactivos visuales, el niño nombró objetos presentados visualmente; para los reactivos verbales, el niño proporcionó definiciones para las palabras que el examinador leía en voz alta (Figura 10 del anexo).

Matrices: Las tareas de matrices constituyen buenas medidas de la inteligencia fluida y estimados confiables de la capacidad intelectual general. El niño observó una matriz de 2x2 con objetos en cada casilla, sin embargo, una casilla estaba vacía, la tarea del niño fue seleccionar la parte faltante entre cinco opciones de respuesta (Figura 11 del anexo).

BANETA: Se aplicaron 5 tareas de la Batería Neuropsicológica de Trastornos del Aprendizaje de Yáñez y Prieto (2013), mismas que se describen a continuación. Esta batería está estandarizada para población mexicana y las tareas que la conforman poseen una confiabilidad entre .73 y .93.

Denominación serial rápida: Esta tarea mide la velocidad de acceso a la información fonológica que se encuentra almacenada en la memoria a largo plazo (Yáñez y Prieto, 2013) y es una adaptación de la utilizada por Denkla y Rudel en 1974. Consistió en la presentación de 4 láminas con dígitos (Figura 12 del anexo), letras (Figura 13 del anexo), colores (Figura 14 del anexo) y objetos (Figura 15 del anexo) respectivamente, el niño debió nombrar cada uno de los elementos de las láminas de manera rápida y precisa, intentando no cometer errores. Antes de comenzar la tarea, el experimentador señaló aleatoriamente los ítems de cada lámina y le pidió al niño que los nombrara para asegurarse de que conocía todos los elementos que le presentaban.

Para explorar la variable de DSR con mayor profundidad, aparte de tomar en cuenta el tiempo que los niños tardaron en nombrar todos los ítems y los aciertos obtenidos en cada lámina, se calculó un coeficiente de eficiencia por cada

formato de DSR, dividiendo los aciertos obtenidos por el tiempo de nombramiento y ese resultado se multiplicó por 100.

Lectura de palabras: Esta tarea sirvió como un filtro para evitar que las correlaciones obtenidas en este trabajo se vieran sesgadas por el desempeño en lectura ya que, como se revisó anteriormente, la tarea de DSR suele mostrar fuertes correlaciones con este proceso. La tarea consistió en cuatro listas de 16 palabras (frecuentes, infrecuentes, pseudopalabras y pseudopalabras homófonas) que el niño leyó lo más rápido y preciso que pudo.

Operaciones aritméticas dictadas: A los participantes les dictaron operaciones matemáticas que debían responder con lápiz y papel, éstas iban incrementando en dificultad y la tarea llegaba a un total de 20 operaciones, sin embargo, la tarea terminó cuando el participante acumuló dos fracasos consecutivos.

Operaciones aritméticas orales: Esta tarea consistió en 16 operaciones matemáticas que incrementaban en dificultad, al niño le fueron dictadas oralmente y él debía resolverlas mentalmente sin ayuda de algún recurso como lápiz y papel. La tarea terminó cuando el participante acumuló dos errores consecutivos.

Problemas matemáticos con palabras: En esta tarea los participantes respondieron problemas matemáticos que iban incrementando en dificultad, estos fueron presentados en oraciones que el experimentador le proporcionó oralmente. La tarea terminó cuando el participante acumuló dos fracasos consecutivos.

PANAMATH: Esta tarea mide el desempeño en el SAN, o bien, el sentido numérico de las personas, donde se tomó en cuenta tanto la precisión al hacer los juicios numéricos como el tiempo de respuesta. Basado en esto, el programa arroja un puntaje del rendimiento de cada participante (Figura 16 del anexo).

El programa Panamath fue creado por Halberda, Mazzocco y Feigenson (2008) para evaluar la precisión y velocidad del niño al hacer juicios numéricos sin necesidad de utilizar símbolos. Para esta tarea se utilizó una computadora HP Envy Beats Audio, con procesador i7 4700MQ, 3.5 GHZ; memoria de 8 Gigas DDR3 1600, almacenamiento: SSD PNY 120 Gigas. Con pantalla de 15.6" HD 1366x766, gráfica: Nvidia 860 2Gigas ddr3. Intel HD Graphics 4600.

En esta tarea el niño seleccionó, con ayuda de una computadora, entre dos conjuntos de puntos presentados en una pantalla, el que contenía más sin importar el tamaño de los puntos. Para facilitar la ejecución de la tarea, se acondicionó la computadora, de tal manera que la tecla *f* se cubrió de rojo y la tecla *k* de color azul, posteriormente se proporcionó, de manera oral, la siguiente instrucción al niño: "En esta pantalla te van a aparecer muchos puntos, del lado izquierdo van a aparecer puntos rojos y del lado derecho aparecerán puntos azules. Tu tarea será seleccionar la opción en la que aparecen más puntos sin importar de qué tamaño sean, si aparecen más puntos rojos entonces presionarás la tecla roja y si aparecen más puntos azules presionarás la tecla azul. Esto lo debes hacer lo más rápido que puedas ¿Tienes alguna duda?".

La prueba comenzó hasta que el niño expresó no tener dudas, se dio retroalimentación en el primer ensayo de la tarea y un experimentador lo acompañó todo el tiempo.

Para una mejor comprensión de las tareas que fueron aplicadas a los participantes, al final de este trabajo se presenta un anexo con ejemplos de cada prueba realizada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

La muestra final estuvo constituida por 76 niños de desarrollo típico. Para el análisis estadístico se tomaron en cuenta las variables que han sido estudiadas dentro de la DSR –tiempo de ejecución, errores cometidos, tiempos de espera-, y para una exploración más profunda, en este trabajo se formaron cuatro variables nuevas para cada formato de DSR, llamadas *eficiencia en DSR letras, colores y objetos* respectivamente, que se refieren al total de aciertos en cada lámina, divididas por el tiempo de ejecución y este valor se multiplicó por 100 para evitar números decimales. La justificación para crear estas variables es que existen discrepancias entre los niños que ocuparon un menor tiempo al nombrar todos los ítems de cada lámina pero con una tasa de error alta, en comparación con los niños que tardaron un poco más en terminar la tarea pero sin cometer errores.

Con respecto a las habilidades matemáticas se tomó en cuenta el rendimiento total de los niños en aritmética. Esta variable fue llamada "aritmética total", engloba los puntajes de aritmética con dígitos, problemas matemáticos con palabras y aritmética oral. Es importante aclarar que la precisión en el SAN no se incluyó en este rubro porque no sigue los mismos criterios de calificación ya que únicamente arroja la precisión y los tiempos de reacción en cada ensayo.

Los análisis se realizaron con el programa de análisis estadísticos SPSS (por sus siglas en inglés) *Statistical Package for the Social Sciences*, versión 22.0.

4.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Los datos descriptivos de todas las variables, tanto las sociodemográficas como las dependientes, se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos

	<i>N</i>	Mínimo	Máximo	\bar{X}	SD
Edad	76	72	95	86.38	4.88
CI	76	84	115	100.87	8.99
Género					
Masculino	24	-	-	-	-
Femenino	52	-	-	-	-
Escuela					
Pública	69	-	-	-	-
Privada	7	-	-	-	-
DSR-Dígitos Tiempo	76	21.00	65.00	33.60	8.08
DSR-Dígitos Errores	76	0	4	.50	.82
DSR-Dígitos Eficiencia	76	72.30	233.30	153.65	31.42
DSR-Letras Tiempo	76	25.00	74.00	37.67	10.04
DSR-Letras Errores	76	0	8	1.12	1.73
DSR-Letras Eficiencia	76	64.61	200.00	137.96	31.61
DSR-Colores Tiempo	76	37.00	101.00	57.23	15.23
DSR-Colores Errores	76	0	6	1.00	1.27
DSR-Colores Eficiencia	76	48.50	135.13	91.07	21.53
DSR-Objetos Tiempo	76	30.00	110.00	64.47	14.69
DSR-Objetos Errores	76	0	10	1.28	1.605
DSR-Objetos Eficiencia	76	43.60	166.70	79.41	18.95
DSR-Total Errores	76	0	16	3.82	3.61
Aciertos Palabras Total	76	49	62	56.76	3.80
Aciertos Palabras Percentil	76	30.00	80.00	67.86	14.29
Aritmética Oral	76	0	10	5.04	2.09
Aritmética Dígitos	76	0	13	6.64	2.97
Aritmética Palabras	76	0	9	2.82	1.90
Aritmética Total	76	0	28.00	14.50	5.64
Precisión en SAN	76	.09	.63	.29	.13
TR en SAN	76	1052	3827	1954.2	881.51

4.2 CORRELACIONES DE PEARSON

Se realizó un análisis de correlación de las variables cuantitativas, mismas que se pueden ver en la Tabla 2. En esta tabla se puede apreciar que la variable de eficiencia en DSR letras muestra correlaciones significativas para los puntajes en aritmética con dígitos y aritmética total.

Las variables de edad, cociente intelectual y puntaje en lectura no muestran correlaciones altas y/o significativas debido a que dichas variables estuvieron controladas en la muestra – participaron únicamente niños con un puntaje mayor a 85 puntos y menor a 115 en su CI y por arriba del percentil 25 o menor al percentil 80 en la tarea de lectura rápida-, con el objetivo de evitar que interfirieran en los análisis estadísticos.

Para explorar cada tarea de DSR con detalle y su relación con las habilidades matemáticas, se realizaron correlaciones específicas del rendimiento en habilidades matemáticas con el tiempo de ejecución, los errores cometidos, los tiempos de espera y la eficiencia de en la DSR, mismas que se pueden apreciar en la Tabla 3.

Tabla 2*Correlaciones de Pearson*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Edad	-	-.256*	.115	.148	.116	-.017	.131	.190	.253*	.077	.230*	.138	.059
2. CI		-	.145	.325**	.203	.024	.198	.145	.299**	.262*	.305**	-.209	-.441*
3. DSR dígitos			-	.657**	.537**	.356**	.165	.254*	.417**	.064	.334**	-.155	-.029
4. DSR letras				-	.581**	.456**	.255*	.543**	.673**	.331**	.669**	-.322	-.152
5. DSR colores					-	.541**	.260*	.145	.297**	.124	.259*	-.115	-.051
6. DSR objetos						-	.122	.188	.201	.131	.219	-.280	.293
7. P. lectura							-	.144	-.046	-.017	.024	.595**	-.037
8. A. oral								-	.648**	.450**	.867**	-.152	-.206
9. A. dígitos									-	.276*	.862**	-.083	-.198
10. A. palabras										-	.653**	-.161	-.121
11. A. total											-	-.146	-.213
12. A. no simbólica												-	-.112
13. TR en a. no simbólica													-

1. Edad, 2. Cociente intelectual, 3. Eficiencia en DSR dígitos, 4. Eficiencia en DSR letras, 5. Eficiencia en DSR colores, 6. Eficiencia en DSR objetos, 7. Puntaje en lectura de palabras, 8. Puntaje en aritmética oral, 9. Puntaje en aritmética dígitos, 10. Puntaje en aritmética con palabras, 11. Puntaje en aritmética total, 12. Precisión en el SAN (aritmética no simbólica), 13. Tiempo de reacción en el SAN (aritmética no simbólica).

* P < .05

** P < .01

El factor alfanumérico mostró correlaciones positivas, significativas para algunos puntajes de aritmética. Específicamente, la eficiencia y los tiempos de ejecución en la tarea de DSR letras correlacionó con las variables de aritmética oral, aritmética dígitos y aritmética total pero no fue así para aritmética con palabras y aritmética no simbólica (ver Tabla 3).

El factor no alfanumérico no mostró correlaciones entre alguna prueba que evaluara habilidades matemáticas.

Tabla 3

Correlaciones de Pearson para DSR y habilidades matemáticas

	DSR-dígitos				DSR-letras				DSR-colores				DSR-objetos			
	T	E	Ef	TE	T	E	Ef	TE	T	E	Ef	TE	T	E	Ef	TE
A. Oral	.253**	.006	.254*	.007	.518**	.309**	.543*	-.114	-.184	.025	.145	-.032	-.145	-.031	.188	.144
A. Dígitos	.420**	.193	.417**	-.250*	.650**	.475**	.673**	.402**	.325**	-.046	.297**	.258*	-.208	.068	.201	-.046
P. Palabras	-.046	.000	.064	-.021	.318**	.333**	.331**	-.110	-.119	-.060	.124	-.071	-.096	-.084	.131	-.017
A. Total	.330**	.126	.334**	-.136	.643**	.479**	.669**	-.291*	-.287*	-.037	.259*	-.128	-.195	-.002	.219	.024
A. No simbólica (precisión)	.139	.097	-.169	.374**	.284	.208	-.282*	.343**	.087	.213	-.124	.152	.332*	.138	.212	.385**
A. No simbólica (Tiempo de respuesta)	.143	.151	-.219	.297*	.198	.205	-.279*	.335**	.167	.281*	-.198	.172	-.089	.232	.069	.224

A= aritmética, P= problemas matemáticos, T= Tiempo de ejecución, E= errores cometidos en la tarea, Ef= Eficiencia en DSR, TE= Tiempos de espera.

* P < .05

** P < .01

4.3 REGRESION LINEAL

Regresión 1

Se consideraron las variables "eficiencia en DSR-letras", "eficiencia en DSR-letras", "aritmética dígitos", "aritmética oral" y "aritmética total" para realizar los análisis posteriores debido a que fueron las variables que correlacionaron con mayor fuerza. Para cada una se realizó una regresión lineal, utilizando al total de participantes que cumplieron con los criterios de inclusión.

La primera regresión lineal se hizo con la variable "eficiencia en DSR-letras" y "aritmética dígitos". Se obtuvo una R^2 de .445, lo que nos indica que el 44.5% de la variación en "aritmética dígitos" está explicada por la variable de "eficiencia en DSR letras", $p < .001$.

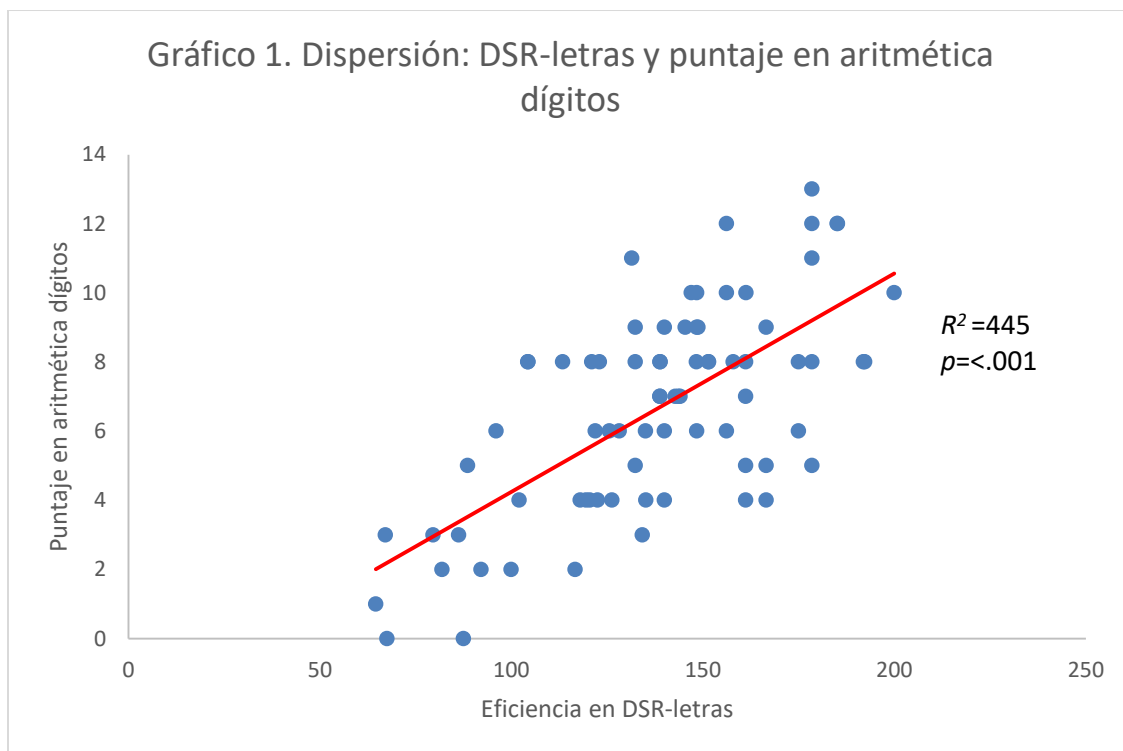


Tabla 4*Resumen del modelo de regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética con dígitos*

Modelo	R	R Cuadrada	R Cuadrada Ajustada	Est. Error estimado	Durbin-Watson
1	.673 ^a	.453	.445	2.212	2.087

a. Predictores: (Constante): Eficiencia en DSR-letras

b. Variable dependiente: Aritmética Dígitos

Tabla 4.1*ANOVA de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética con dígitos*

Modelo	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	299.387	1	299.387	61.197	.000 ^b
	Residual	362.021	74	4.892		
	Total	661.408	75			

a. Variable dependiente: Aritmética Dígitos

b. Predictores: (Constante), Eficiencia en DSR-letras

Tabla 4.2*Coefficientes de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética con dígitos*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticos de colinearidad	
	B	Std. Error	Beta			Tolerancia	VIF
1	(Constante)	-2.075	1.143				
	Eficiencia en DSR-letras	.063	.008	.673	7.823	.000	1.000

a. Variable dependiente: Aritmética Dígitos

Tabla 4.3*Diagnósticos de Colinearidad de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética con dígitos*

Modelo	Dimensión	Valor propio	Índice de condición	Proporciones de varianza	
				(Constante)	Eficiencia en DSR-letras
1	1	1.975	1.000	.01	.01
	2	.025	8.899	.99	.99

a. Variable dependiente: Aritmética Dígitos

Regresión 2

En este punto, se realizó un segundo análisis de regresión lineal con las variables "eficiencia en DSR-letras" y "aritmética total" que incluía los aciertos totales en las pruebas de habilidades matemáticas, excepto aritmética no simbólica debido a que no se obtenían puntajes de estas pruebas sino un coeficiente del rendimiento general. Se obtuvo una R^2 de .440, mostrando que el 44% de la variación en "aritmética total" está explicada por la variable "eficiencia en DSR letras", $p < .001$.

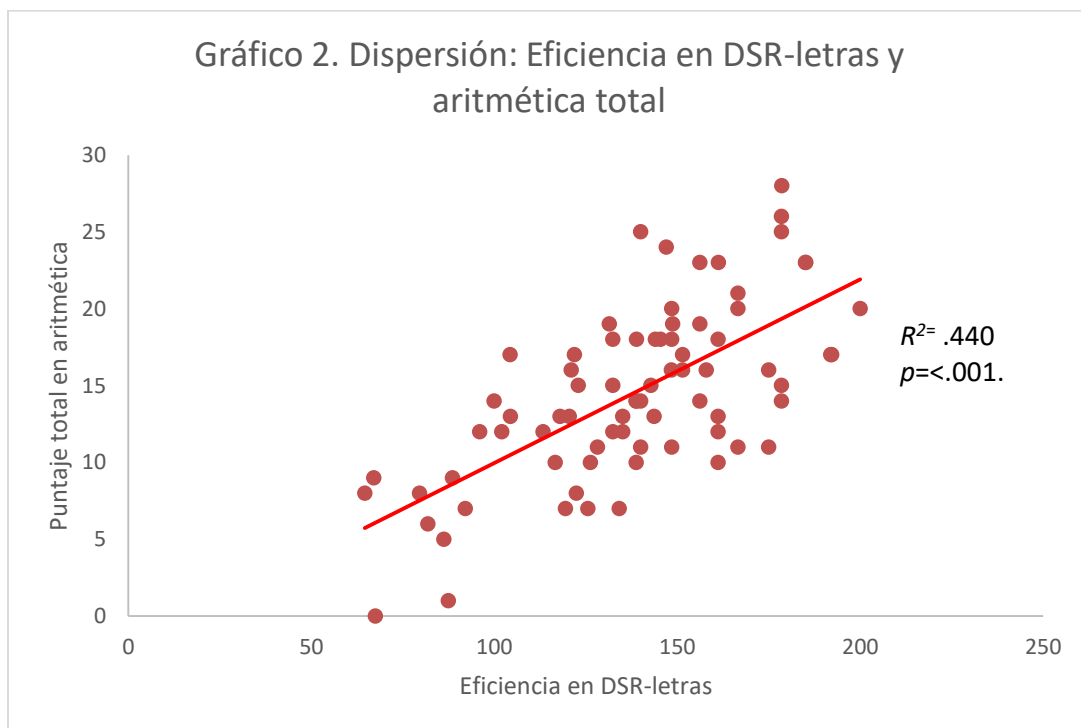


Tabla 5*Resumen del modelo de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética total*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	.669 ^a	.448	.440	4.22002	1.996

a. Predictores: (Constante), Eficiencia en RAN letras

b. Variable dependiente: Aritmética Total

Tabla 5.1*ANOVA de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética total*

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1069.165	1	1069.165	60.037	.000 ^b
	Residuo	1317.835	74	17.809		
	Total	2387.000	75			

a. Variable dependiente: Aritmética Total

b. Predictores: (Constante), Eficiencia en RAN letras

Tabla 5.2*Coeficientes de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética total*

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	-1.978	2.181		-.907	.367		
	Eficiencia en RAN letras	.119	.015	.669	7.748	.000	1.000	1.000

a. Variable dependiente: Aritmética Total

Regresión 3

La tercera regresión lineal se efectuó con las variables "eficiencia en DSR-letras" y "aritmética oral". Se obtuvo una R^2 de .285, lo que indica que el 28.5% de la variación en "aritmética oral" es explicada por la variable "eficiencia en DSR letras", $p < .001$.

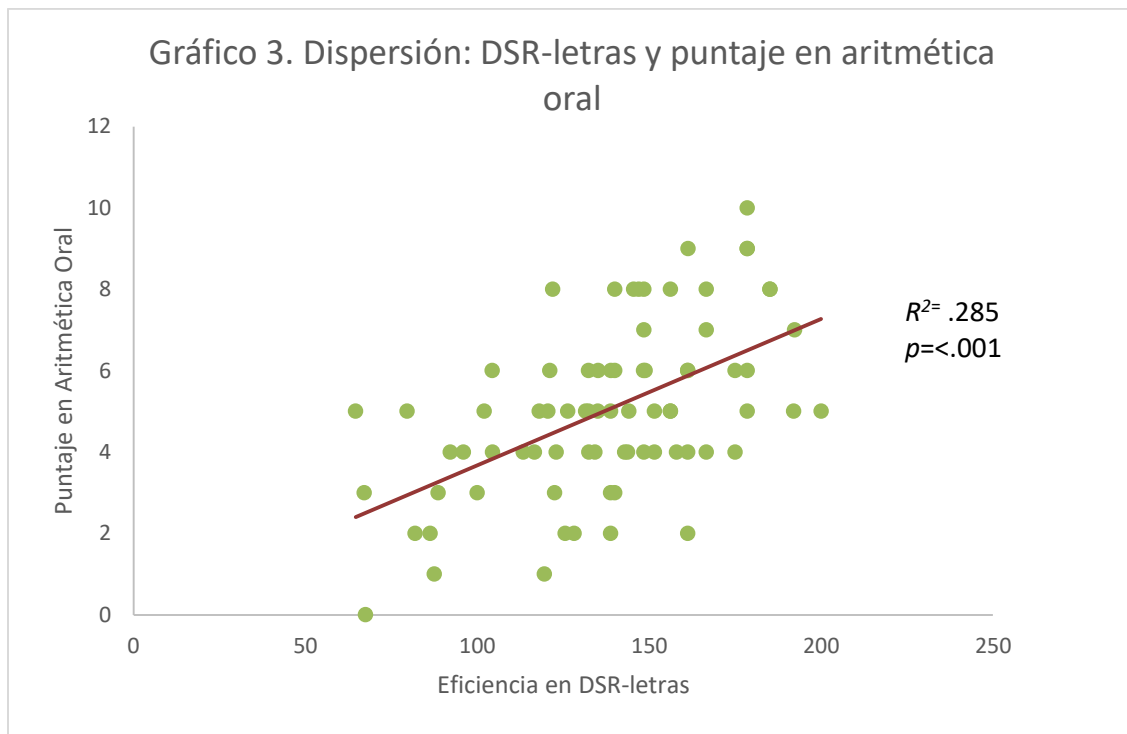


Tabla 6

Resumen del modelo de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética oral

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	.543 ^a	.295	.285	1.771	1.920

a. Predictores: (Constante), Eficiencia en RAN letras

b. Variable dependiente: Aritmética Oral

Tabla 6.1*ANOVA de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética oral*

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	96.874	1	96.874	30.899	.000 ^b
	Residuo	232.007	74	3.135		
	Total	328.882	75			

a. Variable dependiente: Aritmética Oral

b. Predictores: (Constante), Eficiencia en RAN letras

Tabla 6.2*Coefficientes de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética oral*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Tolerancia	VIF
1	(Constante)	.079	.915		.087	.931	
	Eficiencia en RAN-letras	.036	.006	.543	5.559	.000	1.000

a. Variable dependiente: Aritmética Oral

Tabla 6.3*Diagnósticos de colinealidad de la regresión para eficiencia en DSR letras y aritmética oral*

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de varianza	
				(Constante)	Eficiencia en RAN letras
1	1	1.975	1.000	.01	.01
	2	.025	8.899	.99	.99

a. Variable dependiente: Aritmética Oral

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

5.1 DISCUSIÓN

Se evaluó a un total de 164 niños que estaban cursando el segundo grado de educación primaria en cuatro tareas de DSR (dígitos, letras, colores y objetos), así como su desempeño en el SAN, habilidades matemáticas presentadas de manera oral, con dígitos arábigos y problemas matemáticos con palabras.

El objetivo principal de este estudio fue investigar si la denominación serial rápida se relaciona con las habilidades matemáticas de niños escolarizados con una edad de entre 6 y 7 años. A partir de los datos obtenidos, se puede concluir que existe una relación positiva entre la tarea de DSR y las habilidades matemáticas, específicamente para aritmética oral y aritmética con dígitos. Aunado a esto, también se pretendía identificar cuál es el formato de la DSR que se relaciona mejor con las habilidades matemáticas y, con base en los resultados, se encontró que únicamente el formato de DSR letras está involucrado en el procesamiento matemático, evidenciando las diferencias que tienen las cuatro tareas de DSR.

En un futuro la tarea de DSR letras podría funcionar como un predictor confiable de las habilidades matemáticas en niños de entre 6 y 7 años. Por ello, es importante ahondar en la investigación de este tema, pues el presente estudio se realizó de manera transversal y no permite ver los cambios que podrían tener

estas variables a lo largo del desarrollo. De igual forma, los datos de 88 participantes se eliminaron de la muestra por sus deficiencias en lectura y cociente intelectual, haciendo que la muestra inicial se redujera en más del 50%.

A continuación, los resultados se discutirán en apartados diferentes para describirlos con profundidad.

Denominación Serial Rápida

Los estudios revisados en este trabajo que versan sobre la DSR y las habilidades matemáticas no han encontrado resultados contundentes en la relación de estas variables. Esto podría deberse a que se han empleado indistintamente los cuatro formatos de la denominación serial para evaluar el nombramiento rápido; al igual que para las habilidades matemáticas, donde se ha medido el rendimiento utilizando pruebas que incluyen aritmética, por lo regular con dígitos arábigos o con problemas con palabras, sin considerar las diferencias entre cada una de ellas. Por ello, este trabajo incluyó los cuatro formatos de la DSR y cuatro evaluaciones diferentes de habilidades matemáticas, con el objetivo de comprobar si la denominación serial se relacionaba el desempeño de habilidades matemáticas en niños de 6-7 años. Los resultados obtenidos apoyan esta idea. No obstante, es importante aclarar que no todos los formatos de DSR fueron iguales ya que el formato de DSR letras (factor alfanumérico) fue el único correlacionó altamente

con el resultado de habilidades matemáticas, concretamente con aritmética oral, aritmética con dígitos y aritmética total.

Como se ha presentado, el factor alfanumérico a la edad de 6-7años ha sido el que muestra poder predictivo sobre las habilidades lectoras en un sinnúmero de investigaciones (Kirby, et. al. 2003; Bowey et. al. 2005; Lervag y Hulme, 2009). Entonces, el hallazgo encontrado en este estudio es de suma importancia ya que demuestra que por lo menos algún proceso cognitivo es compartido entre lectura y matemáticas y es el que está permitiendo que la DSR pueda tener una fuerte relación con las habilidades matemáticas. Por ejemplo, Wolf & Denkla (2005) concluyeron que la DSR está relacionada con procesos atencionales, visuales y léxicos.

La DSR dígitos mostró tendencias con los puntajes de aritmética, parecidos a los de la DSR-letras, pero sin ser significativas. En contraparte, el formato de DSR colores y DSR objetos no tuvieron relación con ninguna de las modalidades de evaluación de matemáticas, sustentando lo que plantearon Bowey y sus colaboradores en su estudio del 2005, donde proponen la separación de los formatos de la DSR en dos: el factor alfanumérico, que incluye a los dígitos y a las letras y el factor no alfanumérico, donde están incluidos los colores y objetos, de acuerdo a las propiedades de cada formato.

Los estudios realizados sobre la DSR que la vinculan con dislexia (Kirby, et al., 2010; Kirby, et al., 2003; Mazzoco & Grimm, 2013; Neuhaus, et al., 2001; Norton et al., 2012), han encontrado que, cuando los niños aún no reciben

educación formal, el factor no alfanumérico predice su rendimiento posterior en lectura y que, por otra parte, cuando en la etapa escolar comienzan a tener contacto con los símbolos alfanuméricos, el factor no alfanumérico pierde su propiedad predictiva y lo que predice entonces su rendimiento en lectura son las tareas de DSR alfanumérica (Norton y Wolf, 2012; Donker, et al 2015). Resultados similares se encontraron en esta investigación con relación a las habilidades matemáticas, donde el formato alfanumérico DSR-letras fue el que mostró correlaciones significativas en niños escolarizados de 6 y 7 años. Es imposible saber si esta condición permanece estable en niños preescolares ya que se intentó hacer un grupo con estos participantes, pero durante las primeras evaluaciones, se observó que los niños mexicanos fueron incapaces de realizar estas tareas porque desconocían los elementos que se les estaban presentando, especialmente los dígitos y letras.

Una aportación importante de este trabajo en cuanto a la DSR, es que muestra la gran diferencia que existe, no sólo en entre el formato alfanumérico y no alfanumérico, sino entre los cuatro formatos de la denominación serial de acuerdo a cómo se comportaron los datos cuando fueron comparados con las habilidades matemáticas. Esta información es trascendente ya que, como se revisó en capítulos pasados, los formatos de DSR se han utilizado indistintamente en baterías neuropsicológicas que evalúan procesos del aprendizaje para detectar trastornos en los niños, ignorando que cada formato tiene propiedades diferentes.

Habilidades matemáticas

En cuanto a la evaluación de habilidades matemáticas, en primera instancia, se pretendía hacer la distinción de los reactivos en: 1) aquéllos en los que, se esperaba, los niños tuvieran que recurrir únicamente a la memoria a largo plazo y extraer la información necesaria para resolver las operaciones matemáticas, por ejemplo, en $4-1=3$; y 2) en aquéllos en los que fuera necesaria una conducta procedimental como el uso de dedos o alguna estrategia para su resolución, por ejemplo, en $23-14=9$. Sin embargo, esto no se pudo realizar debido a que, a pesar de que la muestra en este proyecto fue reducida, se observó una tendencia en niños de segundo año, independientemente de si fueron evaluados en su institución o dentro del laboratorio, a utilizar una estrategia procedimental (uso de dedos) para resolver todas las operaciones matemáticas. Sugiriendo que la instrucción que han recibido los niños en el aprendizaje de habilidades matemáticas es incorrecta.

La separación de las habilidades matemáticas entonces quedó de la siguiente manera: aritmética con dígitos, aritmética oral, problemas matemáticos y SAN.

Aritmética con dígitos

La eficiencia en la DSR-letras pudo correlacionar, significativamente, con el desempeño en aritmética con dígitos. Este sustenta la idea de que tanto la DSR como las operaciones matemáticas representadas con símbolos arábigos comparten al menos un procesamiento cognitivo, que no sólo es importante para

las habilidades lectoras sino también para las matemáticas, como el procesamiento visual y atencional (Wolf, et al., 2005).

¿Por qué no se encontraron resultados significativos entre aritmética con dígitos y DSR-dígitos, a pesar de que este último también pertenece al factor alfanumérico e involucra un procesamiento visual? Mediante el uso de técnicas de neuroimagen, se ha demostrado que el giro angular se activa cuando los participantes realizan operaciones matemáticas con dígitos arábigos (Dehaene, et al, 2003), así como cuando ejecutan la tarea de DSR-letras (Misra, et al, 2004). Es importante aclarar que los investigadores no encontraron la misma activación de esta área cuando los participantes realizaban la tarea de DSR-dígitos, por lo que a nivel cerebral también hay diferencias entre los dos formatos, demostrando que esta región cerebral juega un papel importante y exclusivo en DSR-letras y aritmética con dígitos.

A pesar de que este trabajo se realizó con tareas conductuales, también mostró diferencias entre la DSR-letras y DSR-dígitos, ya que no tuvieron un desempeño similar cuando fueron comparadas con habilidades matemáticas. Una posible explicación tiene que ver con la automatización en el nombramiento de cada lámina. Es decir, hay que recordar que la tarea de Denominación Serial Rápida en general es considerada como automatizada, ya que los estímulos presentados son altamente familiares para los participantes. Sin embargo, al realizar la tarea de DSR-dígitos, los participantes únicamente tienen que *seleccionar* entre 9 posibles opciones (1-9); en cambio, para la DSR-letras el

número de opciones incrementa (a-z), haciendo que ésta sea menos automatizada y el procesamiento sea menos similar al de la resolución de una tarea matemática.

Aritmética oral

El formato de DSR-letras también correlacionó significativamente el desempeño de aritmética oral. Este resultado podría parecer inesperado ya que al estar involucrado el procesamiento fonológico en las dos tareas, se esperaría que no solo la DSR-letras estuviera relacionada con aritmética oral sino también los demás formatos. El alcance de este trabajo no permite saber con certeza cuáles son las habilidades cognitivas que están permitiendo la relación entre estas dos variables.

Se ha propuesto en algunas investigaciones que la DSR podría funcionar como un predictor de habilidades matemáticas (D' Amico, et al., 2009; Van der Sluis, et al., 2004), sin embargo, los trabajos pasados no habían encontrado resultados contundentes, esto debido a que utilizaban los cuatro formatos de la DSR indistintamente.

Este trabajo pudo demostrar que la DSR-letras es el único formato que correlaciona con las habilidades matemáticas de los niños de esta muestra, tanto para aritmética oral y con dígitos arábigos; también apoya la idea de que no todos los formatos de denominación serial involucran un procesamiento similar. Como se revisó anteriormente, Cummine y sus colaboradores en el 2014, encontraron que las tareas de DSR alfanuméricas activan áreas cerebrales relacionadas con la semántica y la articulación, mientras que para la tarea que involucraba objetos se

observó una activación en una región única, implicada en el procesamiento de objetos.

Problemas matemáticos con palabras

No se encontró relación entre algún tipo de DSR y aritmética con palabras, una razón plausible es que la resolución de problemas matemáticos involucra una carga cognitiva más grande, comparada con la ejecución en la tarea de DSR que se considera una ejecución en automático (Denkla y Rudel, 1974). Durante la evaluación para este trabajo, la tarea que más se les dificultó a los niños resolver fue ésta; por lo que también es una explicación a la falta de resultados significativos en este apartado.

Una investigación realizada en el 2015 por psicólogos y lingüistas (Daroczy, Wolska, Detmar, y Nuerk, 2015), se enfocó en hacer un análisis meticuloso de los factores involucrados en la resolución de problemas matemáticos, es decir, aquellos donde se utilizan palabras para formar una narrativa corta y plantear el problema. Encontraron que resolver tareas de este tipo, involucra procesos no sólo de tipo numérico –por ejemplo- la posición del número en la oración, la cantidad de operaciones necesarias para llegar al resultado y la relevancia de la información numérica-, sino también lingüísticos como la complejidad de la estructura de la oración, la longitud del problema y la presencia de distractores, así como factores generales –nivel socioeconómico, tipo de crianza del infante, métodos de enseñanza a los que ha sido expuesto, entre otros. De esta manera, un infante se

verá limitado en la ejecución de problemas matemáticos, debido a la variabilidad de factores que los subyacen.

Sistema de Aproximación Numérica (SAN)

Ningún formato de DSR pudo correlacionar con el desempeño en el SAN, por lo tanto, este resultado respalda la teoría propuesta por Deheane (1992) que está a favor de hacer distinciones en la forma en que las cantidades numéricas son representadas, ya que no todas involucran los mismos procesos cognitivos.

Se ha demostrado que, cuando se realizan tareas de discriminación numérica donde el sentido numérico juega un papel importante, están involucradas habilidades espaciales que no tienen relevancia importante en la DSR o en el desempeño de habilidades matemáticas presentadas en formatos diferentes.

Pocos estudios longitudinales se han dedicado a investigar cómo se dan las relaciones entre el procesamiento de magnitudes numéricas y el rendimiento académico en matemáticas, esa información ayudaría a esclarecer el momento en el que emergen las deficiencias de los niños en estos dos campos y si hay momentos específicos en el desarrollo donde uno de los dos tuviera un efecto importante sobre el otro (De Smedt, Noël, Gilmore, y Ansari, 2013).

5.2 LIMITACIONES Y FUTUROS AVANCES

Una limitante recurrente en este trabajo fue la obtención del permiso correspondiente para realizar las evaluaciones a niños de primaria por parte de los directivos y de la Secretaría de Educación Pública, lo que ralentizó el trabajo e impidió el incremento de la muestra. Por ello, un aporte importante para la investigación sería la réplica de este estudio incrementando el tamaño de la muestra de los participantes.

Encontrar y comparar cuatro grupos: discalculia, dislexia, comorbilidades entre dislexia y discalculia, y desarrollo típico; sería lo ideal para determinar, con precisión, la relación que tiene la DSR con las habilidades matemáticas.

En futuros proyectos de investigación se podrían evaluar, conjuntamente, diferentes procesos cognitivos como velocidad de procesamiento, conciencia fonológica y/o memoria de trabajo, para encontrar un posible mediador entre DSR y habilidades matemáticas. De igual modo, se podrían realizar análisis que permitan la observación de los cambios en el desarrollo de habilidades matemáticas y DSR.

Por último, un análisis longitudinal permitiría saber, con mayor seguridad, el alcance predictivo de la DSR. Al ser éste un estudio transversal, no se pueden observar con detalle las variaciones de los procesos cognitivos y matemáticos que surgen a lo largo del desarrollo.

5.3 CONCLUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir que el formato de DSR-letras correlaciona significativamente el desempeño matemático y, de manera indirecta, que al menos un componente cognitivo de la DSR es compartido en la ejecución de las tareas de lectura y matemáticas. Ha sido demostrado en repetidas ocasiones que la DSR puede predecir el desempeño en lectura (Kirby, et. al. 2003; Bowey et. al. 2005; Lervag y Hulme, 2009) pero no el desempeño matemático de manera contundente. En este estudio, a pesar de que la muestra estuvo controlada por desempeño en lectura y cociente intelectual, sí se encontraron resultados significativos.

Este trabajo también ayuda a elucidar, moderadamente, el debate sobre las diferencias entre los formatos de la DSR ya que se observaron contrastes entre los cuatro formatos y no únicamente entre el formato alfanumérico y no alfanumérico. Este punto resulta de vital importancia, ya que como se mencionó en capítulos anteriores, estos formatos se utilizan indistintamente en baterías neuropsicológicas para predecir trastornos del aprendizaje, ignorando que cada formato involucra distintas habilidades cognitivas y, por lo tanto, deberían predecir diferentes aspectos.

La información disponible sobre la DSR aún sigue siendo escasa, por lo que es recomendable seguir con la investigación en este campo. Con ayuda de proyectos longitudinales, la DSR se podría utilizar en un futuro como un predictor

de aplicación rápida y confiable de trastornos del aprendizaje tanto para lectura como para matemáticas.

Por otra parte, se observó que los niños tuvieron un desempeño más bajo en habilidades matemáticas cuando éstas fueron presentadas en una narrativa corta, es decir, problemas matemáticos con palabras. Esta situación demuestra que los niños mexicanos que cursan el segundo año de primaria aún no son capaces de comprender o resolver operaciones que requieren un mayor esfuerzo cognitivo; desgraciadamente, la enseñanza de las matemáticas en la educación básica de nuestro país, está centrada en evaluar e instruir a los infantes por medio de problemas matemáticos con palabras. Por ello, este trabajo también sirve como evidencia de que los planes y programas de estudio deben ser actualizados y adaptados para la población.

REFERENCIAS

- Anuario Estadístico y Geográfico de la Ciudad de México (2016). 30 de septiembre de 2017 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Sitio Web:
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2016/702825084318.pdf
- Arias-Trejo, N., Cantrell, L., Smith, L., Alva Canto, E. (2014). Early comprehension of the Spanish plural. *Journal of Child Language*, 41, 1356-1372.
- Bowey, J., McGuigan, M., Ruschena, A. (2005). On the association between serial naming speed for letters and digits and word-reading skill: towards a developmental account. *Journal of Research in Reading*. 28, 400-422.
- Catts, H. W., Gillespie, M., Leonard, L. B., Kail, R. V., Miller, C. A. (2002). The role of speed of processing, rapid naming, and phonological awareness in reading achievement. *Journal of Learning Disabilities*, 35, 509–524.
- Chard, D. J., Clarke, B., Baker, S., Otterstedt, J., Braun, D., Katz, R. (2005). Using measures of number sense to screen for difficulties in mathematics: Preliminary findings. *Assessment for Effective Intervention*, 30, 3–14.
- Condry, K. F., Spelke, E. S. (2008) The development of language and abstract concepts: The case of natural number. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 22-38.

- Cordes, S., Gelman, R. (Ed.). (2005). The young numerical mind: When does it count? In J. Campbell, *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 127–142). New York: Psychology Press.
- Daroczy G., Wolska, M., Meurers, W.D., Nuerk, H.C. (2015). Word problems: a review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-13.
- De Smedt, B., Noël, M., Gilmore, C., Ansari, D. (2013) How do symbolic and non-symbolic numerical magnitude processing skills relate to individual differences in children's mathematical skills? A review of evidence from brain and behaviour. *Trends in Neuroscience and Education*, 2, 48-45.
- Defior, S. (2008). How to facilitate initial literacy acquisition: The role of phonological skills. *Infancia y aprendizaje*, 31, 333-345.
- D' Amico, A., Passolunghi, M. (2009) Naming speed and effortful and automatic inhibition in children with arithmetic learning disabilities. *Learning and Individual Differences*. 19, 170-180.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44: 1-42.
- Dehaene, S., Cohen, L. (1997) Cerebral pathways for calculation: Double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex*, 10, 219-250.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., Tsivkin, S. (1999). Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. *Science*, 284, 970-974.

- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., Cohen, L. (2003) Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 487-506.
- Denckla, M. B., Rudel, R. (1974). Rapid "automatized" naming of pictured objects, colors, letters and numbers by normal children. *Cortex*, 10, 186–202.
- Desoete, A., Grégoire, J. (2006) Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and individual differences*. 16, 351-367.
- Donker, M., Kroesbergen E., Slot E., Van Viersen S., De Bree E. (2016). Alphanumeric and non-alphanumeric Rapid Automatized Naming in children with Reading and/or spelling difficulties and mathematical difficulties. *Learning and Individual Differences*. 47, 80-87.
- Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE). (2013). Resultados Históricos Nacionales 2006 - 2013. 13 de septiembre de 2016, de Secretaría de Educación Pública. Sitio web: http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2013/historico/00_EB_2013.pdf
- Feigenson, L., Carey, S. (2003). Tracking individuals via object-files: evidence from infants' manual search. *Developmental Science*, 6, 568-584.
- Feigenson, L., Dehaene, S., Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*. 8, 307–314.

- Gelman, R., Gallistel, C. (1978): The child's understanding of number, Cambridge, Mass: Harvard University.
- Georgiou, G., Tziraki, n., Manolitsis, G., Fella, A. (2013). Is rapid automatized naming related to reading and mathematics for the same reason(s)? A follow-up study from kindergarten to Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115, 481–496.
- Grabner, R., Reishofer, G., Koschutnig, K., Ebner, F. (2011) Brain correlates of mathematical competence in processing mathematical representations. *Forntiers in Human Neuroscience*. 130. 1-11.
- Halberda, J., Mazocco, M. M., Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, 455, 665-668.
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E., Streri, A., Gallistel, C. (2009). Newborn Infants Perceive Abstract Numbers. *National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 10382-10385.
- Kirby, J. R., Georgiou, G. K., Martinussen, R., Parrila, R. (2010). Naming speed and reading: From prediction to instruction. *Reading Research Quarterly*, 45, 341–362.

- Kirby, J. R., Parrila, R., Pfeiffer, S. (2003). Naming speed and phonological awareness as predictors of reading development. *Journal of Educational Psychology*, 95, 453–464.
- Kleemans, T., Segers, E., Verhoeven, L. (2014). Cognitive and Linguistic Predictors of Basic Arithmetic Skills: Evidence from First-language and Second-language Learners. *International Journal of Disability, Development and Education*. 61, 306–316.
- Krajewski, K. (2008). Prävention der Rechenschwäche. [The early prevention of math problems]. *Handbuch der Pädagogischen Psychologie*. 360-370.
- Krajewski, K., Schneider, W. (2009) Early development of quantity to number-word linkage as a precursor of mathematical school achievement and mathematical difficulties: Findings from a four-year longitudinal study. *Learning and Instruction*, 19, 513-526.
- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., Willburger, E. (2009). Dyslexia and Dyscalculia: Two Learning Disorders with Different Cognitive Profiles. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 309-324.
- Le Corre, M., Van de Walle, G., Brannon, E., Carey, S. (2006) Re-visiting the competence/performance debate in the acquisition of the counting principles. *Cognitive Psychology*, 52, 130–169.
- Lervag, A., Hulme, C. (2009) Rapid Automated Naming (RAN) Taps a Mechanism That Places Constraints on the Development of Early Reading Fluency. *Psychological Science*, 20, 1040-1048.

- Linn, M., Petersen, A. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479–1498.
- Marrero, V., Aguirre, C. (Ed.). (2003) Plural acquisition and development in Spanish. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Mazzocco, M. M. M., Grimm, K. J. (2013). Growth in Rapid Automatized Naming from grades K to 8 in children with math or reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 517–533.
- McCloskey, M., Caramazza, A. (1985) Cognitive Mechanisms in Number Processing and Calculation: Evidence from Dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4, 171-196.
- Misra, M., Katzir, T., Wolf, M., Poldrack, R. A. (2004). Neural systems for rapid automatized naming in skilled readers: Unraveling the RAN–reading relationship. *Scientific Studies of Reading*, 8, 241–259.
- Moll, K., Göbel, S. M., Snowling, M. J. (2015). Basic number processing in children with specific learning disorders: Comorbidity of reading and mathematics disorders. *Child Neuropsychology*, 21, 399–417.
- Neuhaus, G., Foorman, B., Francis, D., Carlson, D. (2001). Measures of information processing in rapid automatized naming (RAN) and their relation to reading. *Journal of Experimental Child Psychology*. 78, 359-373.
- Newbury, J., Klee, T., Stokes, F., Moran, C. (2016). Interrelationships Between Working Memory, Processing Speed, and Language Development

in the Age Range 2–4 years. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 59, 1146–1158.

- Norton, E. S., Wolf, M. (2012). Rapid automatized naming (RAN) and reading fluency: Implications for understanding and treatment of Reading disabilities. *Annual Review of Psychology*, 63, 427–452
- Piazza, M. (2010). Neurocognitive start-up tools for symbolic number representations. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 542–551.
- Piazza M., Giacomini E., Le Bihan D., Dehaene S. (2003) Single-trial classification of parallel pre-attentive and serial attentive processes using functional magnetic resonance imaging. *Proceedings of the Royal Society B*. 270, 1237–1245.
- Pinel, P., Piazza, M., Le Bihan, D., Dehaene, S. (2004) Distributed and overlapping cerebral representations of number, size, and luminance during comparative judgments. *Neuron*. 41, 983–993.
- Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (PISA). (2012). Octubre 3 de 2017 de Program for International Student Assessment. Sitio Web:
<https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- Resnick, L. B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychologist*, 44, 162-169.
- Rivera, S., Reiss, A., Eckert, M., Menon, V. (2005) Developmental Changes in Mental Arithmetic: Evidence for Increased Functional Specialization in the Left Inferior Parietal Cortex. *Cerebral Cortex*. 15, 1779–1790.
- Savage, R., Pillay, V., Melidona, S. (2007) Deconstructing rapid automatized naming: Component processes and the prediction of reading difficulties. *Learning and Individual Differences*. 17, 129–146

- Schatschneider, C., Carlson, C., Francis, D., Foorman, B., Fletcher, J. (2002). Relationship of Rapid Automated Naming and Phonological Awareness in Early Reading Development. *Journal of Learning Disabilities*, 3, 245-256.
- Schleifer, P., Landerl, K. (2011). Subitizing and counting in typical and atypical development. *Developmental Science*, 14, 280-291.
- Sella, F., Berteletti, I., Lucangeli, D., Zorzi, M., (2017). Preschool children use space, rather than counting, to infer the numerical magnitude of digits: Evidence for a spatial mapping principle. *Cognition*, 158, 56-67.
- Serra-Grabulosa J. M, Adan A, Pérez-Pàmies M, Lachica J, Membrives S. (2010). Bases neurales del procesamiento numérico y del cálculo. *Revista de Neurología*, 50, 39-46.
- Simon, O., Cohen, L., Mangin, J. F., Bihan, D. L., Dehaene, S. (2002). Topographical layout of hand, eye, calculation and language related areas in the human parietal lobe. *Neuron*, 33, 475–487.
- Starr, A., Libertus, M. E., Brannon, E. M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110, 18116–18120.
- Van der Sluis, S., de Jong, P., van der Leij, A. (2004) Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 239-266.

- Vuilleumier, P., Driver, J. (2004) Modulation of visual processing by attention and emotion: windows on causal interactions between human brain regions. *Trends in Cognitive Sciences*. 362, 837–855.
- Weng, X., Li, G., Li, R. (2015) Effects of Working Memory in the Relation Between Rapid Automatized Naming in Chinese Reading Comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*. 4, 495-959.
- Weschler, D. (2007). Escala de inteligencia para niños IV – Versión estandarizada. Ciudad de México: Manual Moderno
- Wynn, K. (1990). Children´s understanding of counting. *Cognition*, 36, 155–193.
- Wolf, M., Denckla, M. (2005). The rapid automatized naming and rapid alternating stimulus tests. *Examiner's manual*. Austin: PRO ED.
- Wynn, K. (1992). Children´s acquisition of number words and the counting system. *Cognitive Psychology*. 24, 220–251.
- Yáñez G., Prieto B. (2013). *Batería Neuropsicológica para la Evaluación de los Trastornos del Aprendizaje*. México: El Manual Moderno.
- Zhang, X., Lin D. (2015). Pathways to arithmetic: The role of visual-spatial and language skills in written arithmetic, arithmetic Word problems, and nonsymbolic arithmetic. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 188–197.

GLOSARIO

CI. Cociente Intelectual.

DLO. Dificultades en Lectura y/u Ortografía.

DHM. Dificultades en Habilidades Matemáticas.

DSR. Denominación Serial Rápida.

HIPS. Segmento Horizontal del Surco Intraparietal.

HM Habilidades matemáticas.

OTS. Object Tracking System.

SAN. Sistema de Aproximación Numérica.

ANEXO

Ejemplos de algunos reactivos que componen cuatro subpruebas de WISC IV, aplicadas a los participantes.

- Semejanzas. Al niño le presentaron, de manera oral, pares de palabras y él indicó en qué se parecían. Por ejemplo, ¿en qué se parecen una pluma y un lápiz?

	Reactivo	Respuesta	Puntuación		
6-16	M. Rojo-Azul				
6-8	↑1. Leche-Agua		0	1	
6-8	↑2. Pluma-Lápiz		0	1	
9-11	3. Gato-Ratón		0	1	2
9-11	4. Manzana-Plátano		0	1	2
12-16	5. Camisa-Zapato		0	1	2
12-16	6. Invierno-Verano		0	1	2

Figura 8. Ejemplos de los reactivos de la prueba "semejanzas". Tomada de Weschler (2007).

- Claves. En esta tarea el niño copió símbolos que estaban apareados con figuras simples. Por medio de una clave, el participante dibujó cada símbolo dentro de la figura correspondiente con límite de tiempo.

Claves A
6 y 7 años



EJEMPLOS

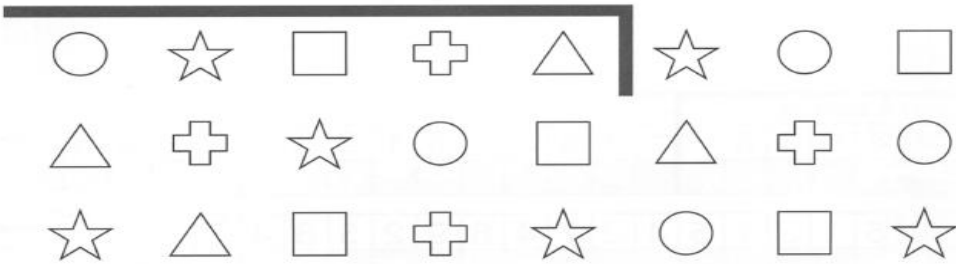


Figura 9. Ejemplos de los reactivos de la prueba "claves". Tomada de Weschler (2007).

- Vocabulario. Al niño le presentaron, de forma oral, distintas palabras y él dio la definición de cada una. Por ejemplo, ¿qué es una vaca?

Elementos verbales				
5	Reloj	0	1	2
6	Vaca	0	1	2
7	Ladrón	0	1	2
8	Obedecer	0	1	2
9	Paraguas	0	1	2
10	Bicicleta	0	1	2
11	Imitar	0	1	2

Figura 10. Ejemplos de los reactivos de la prueba "vocabulario". Tomada de Weschler (2007).

- Matrices. Al niño le fue presentada una matriz incompleta y se le pidió que seleccionara, de cinco opciones posibles, la figura que completaba mejor la matriz.

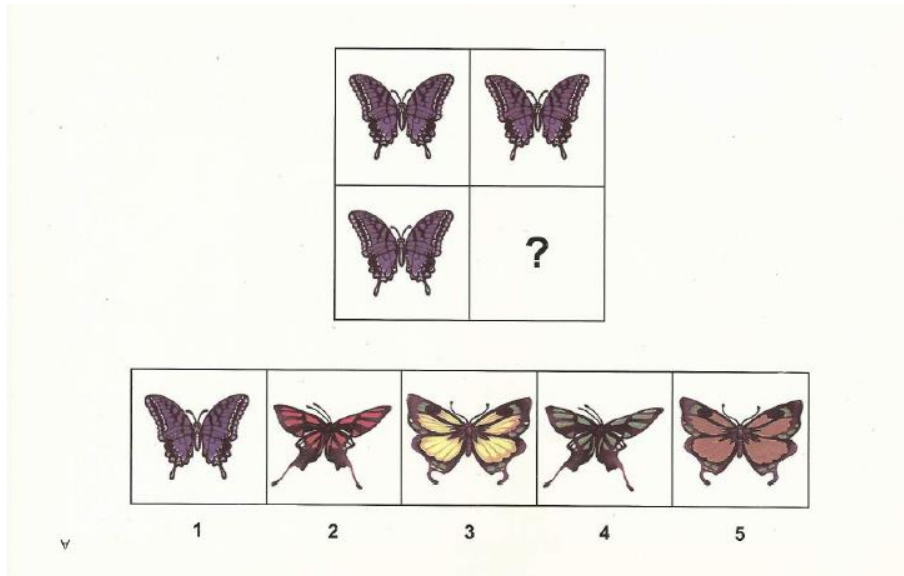


Figura 11. Ejemplos de los reactivos de la prueba "matrices". Tomada de Weschler (2007).

Ejemplos de algunos reactivos que componen las subpruebas de la BANETA, aplicadas a los participantes.

- Lectura de Palabras. En esta tarea el niño leyó cuatro listas con 16 palabras cada una, lo más rápido y preciso que pudo.

Tarjeta 1. Palabras frecuentes: Palabras existentes del idioma español que son frecuentes en el habla cotidiana de los niños. Por ejemplo: pelota, casa, galleta, escuela.

Tarjeta 2. Palabras infrecuentes: Palabras existentes del idioma español que no son frecuentes en el habla cotidiana de los niños. Por ejemplo: catre, tropa, brújula, prólogo.

Tarjeta 3. Pseudopalabras: Palabras que no existen pero siguen las reglas ortográficas del español. Por ejemplo: dimu, tebri, flaso, bituraca.

Tarjeta 4. Pseudopalabras homófonas: Palabras que no existen, siguen las reglas ortográficas del español y son parecidas fonéticamente a palabras del idioma español. Por ejemplo: tricicro, payoso, nosca, venfana.

- Denominación Serial Rápida. Al niño le fueron presentadas cuatro láminas por separado (dígitos, letras, colores y objetos). El participante tuvo que decir el nombre de los elementos que conformaban las láminas tan rápido y preciso como pudiera.



6 7 7 4 6
6 9 2 7 9

Figura 12. Ejemplos de los reactivos de la prueba "DSR dígitos". Tomada de Yáñez y Prieto (2013).

d p p o d
o s a o a

Figura 13. Ejemplos de los reactivos de la prueba "DSR dígitos". Tomada de Yáñez y Prieto (2013).



Figura 14. Ejemplos de los reactivos de la prueba "DSR dígitos". Tomada de Yáñez y Prieto (2013).



Figura 15. Ejemplos de los reactivos de la prueba "DSR dígitos". Tomada de Yáñez y Prieto (2013).

- Operaciones aritméticas orales: Esta tarea consistió en 16 operaciones matemáticas que incrementaban en dificultad, al niño le fueron dictadas oralmente y él debía resolverlas mentalmente sin ayuda de algún recurso como lápiz y papel. Ejemplos:

$$5 + 1 = 4$$

$$3 \times 2 = 6$$

$$8 - 4 = 4$$

$$3 + 4 = 7$$

- Operaciones aritméticas dictadas: A los participantes les dictaron operaciones matemáticas que debían responder con lápiz y papel, éstas iban incrementando en dificultad. Ejemplos:

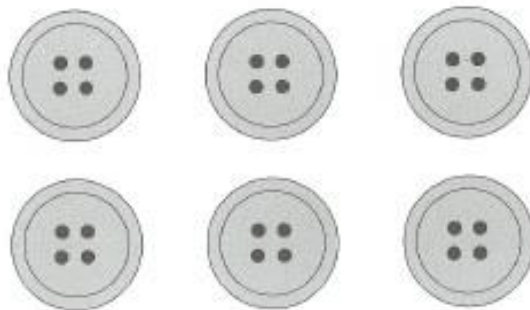
$$5 + 8 = 13$$

$$9 + 7 = 16$$

$$6 - 2 = 4$$

$$9 - 7 = 2$$

- Problemas matemáticos con palabras: En esta tarea los participantes respondieron problemas matemáticos que iban incrementando en dificultad, estos fueron presentados en oraciones que el experimentador le proporcionó oralmente. Ejemplos:



Ejemplo: ¿Cuántos botones hay? (6).
 Si quito 3, ¿cuántos habrá? (3).
 Si pongo 2, ¿cuántos tendría? (8).

1. Si yo tuviera dos veces la misma cantidad, ¿cuántos botones tendría? (12)	0	1
2. Si regalo la mitad, ¿cuántos botones me quedan? (3)	0	1
3. Si un niño ahorra \$3.00 cada día, ¿cuánto juntará en 5 días? (15)	0	1

Panamath. En esta tarea el niño seleccionó entre dos conjuntos de puntos presentados en una pantalla, el que contenía más sin importar el tamaño de los puntos. La tarea fue presentada en una computadora portátil.

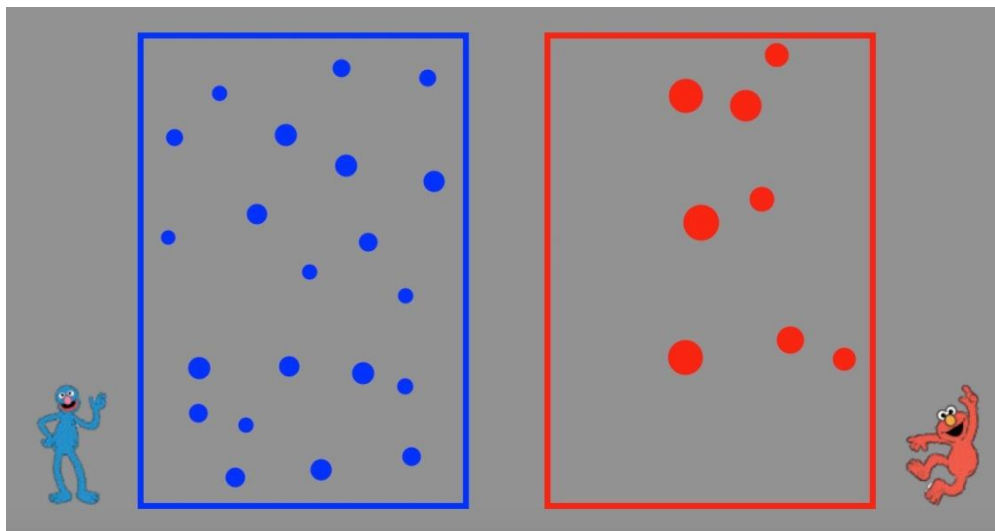


Figura 15. Ejemplos de un ensayo de la prueba "Panamath" [Software de computación].

Recuperada de <http://panamath.org/>