



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**MAESTRÍA EN DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN
NEUROPSICOLÓGICA**

TESIS

**ANÁLISIS DE EJECUCIÓN DE TAREAS NEUROPSICOLÓGICAS
EN NIÑOS CON DIFICULTADES EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
ARITMÉTICOS VERBALES**

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN NEUROPSICOLÓGICA**

**PRESENTA:
NÉSTOR IVÁN VALADÉZ GARZA**

**DIRECTOR:
DR. VICENTE ARTURO LOPEZ CORTES**

**CODIRECTOR
DR. IGNACIO MÉNDEZ BALBUENA**

**ASESOR METODOLÓGICO:
DRA ROSARIO BONILLA SÁNCHEZ**



PUEBLA, PUE., JUNIO 2022

PUEBLA, PUE., MÉXICO

JUNIO 2022

MIEMBROS DEL JURADO DE EXAMEN:

Dr. Vicente Arturo López Cortés

Dr. Ignacio Méndez Balbuena

Dra. María del Rosario Bonilla Sánchez

RECONOCIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por haber otorgado la beca No.760346 para realizar mis estudios de posgrado, sin la cual, no sería posible este trabajo de tesis

A la Vicerrectoría de Investigación de Estudios de Posgrado (VIEP) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por haber sido un apoyo en los momentos de mayor incertidumbre.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Pedro Valadez, quien me educó con una forma intachable de ser, quien me asesoró y sugirió como actuar en momentos difíciles, es la persona de la cual yo quisiera tener muchos de los talentos que él tenía. Te fuiste hace un año, pero en ningún momento nos abandonaste. Nos diste educación, moral, personalidad, estudios y mucho humor que espero pueda compartir con mis hijos, nietos, tíos, primos, Ernesto, Luis Ángel y mi mamá. Al rato te alcanzamos Papá.

A la Sra. Rosa Elia Garza, por permanecer con nosotros en los momentos más duros y por complementar mi formación como persona. Por hacerme ser una persona trabajadora y proactiva, aunque creas que soy un flojo. Espero que con este posgrado poder ayudar gente y además poder conocer partes del mundo junto a mis hermanos. Gracias jefa.

A mi novia Laura, por apoyarme y poner en riesgo nuestra relación por cumplir este sueño. Te estaré eternamente agradecido por ser la luz de mis días y permitirme ser tu novio por tanto tiempo a pesar de no estar en mis mejores días. Espero poder ser polvo de estrellas a tu lado en este y otros multiversos.

A mi amigo Hugo, por escucharme y empatizar cuando te lo pedía, por abrirte a diálogos profundos que nos llevaban a nada, por permitirnos mutar nuestra relación, aun te quiero dentro de mi vida hasta que nuestras esposas se peleen porque uno de nuestros niños le quitó un juguete al otro.

A Stephanie, por mostrarme tu verdadero ser y permitirme volver a ti incluso cuando había miedos o te había lastimado. Me agrada que te vere muy seguido, no te quería perder.

A Ana Laura, por abrir la puerta de tu corazón tantas veces que permitiste la magia de la amistad, a pesar de la distancia.

A Karla, por ayudarme en los momentos más duros sin que se te solicitase, tú y tu familia me hicieron creer de nuevo en que en este mundo hay gente buena aún.

A Laura Danioff, por modularme y permitirme ver lo hermosa persona que puedes ser, gracias por hacerme reír cuando más lo necesitaba. Gracias por ser honesta conmigo.

Al panzón de Juan Manuel, sabía que no podía tener tantos buenos amigos cercanos por eso Dios decidió mandarte a Juárez, cuando leas esto espero me mandas un mensaje para que sepas que siempre estaré para hacerte reír.

A Karina, me hiciste recuperar el hambre en ser mejor clínico y eso sigue en mi mente. Todos los días que veo un paciente pienso: “¿Qué haría Karina?”, y espero siga siendo así porque tu forma de pensar está muy cercana a la realidad.

A Neismy, cuando los universos nos permitían o más bien, cuando tú y yo nos permitíamos podíamos llevarnos demasiado bien. Te deseo lo mejor en esta nueva etapa que atravesaras.

A Gorda fea, debiste haber estado más tiempo, siempre que pienso en ti me quedo con un hueco sobre los momentos que no llegaron. Ojalá la vida nos junte en algún punto y poder aprovechar. Gracias por todo Deyanira (convulsiona).

No por ser la última es un lugar menos importante, quiero agradecer a Valeria por ser un ser humano lindísimo conmigo en los buenos y malos momentos. Gente como tú necesitamos más en este país.

Quiero agradecer a mi familia en Puebla, a Jonathan, Tete, Nexton y Gris, llegar a su casa fue lo mejor que pudo haber pasado mientras se vivía un infierno fuera. Era lindo estar con ustedes en todo momento del día. Me desarrollaron como un ser humano independiente.

Al Dr. Vicente Arturo, nos ayudó mucho en el aspecto académico, priorizo a sus alumnos y tuvo la flexibilidad de darle un giro a sus clases, por tenerme la paciencia cuando no comprendía algún concepto o idea. Además, es un ser humano muy divertido con lo que se puede conectar rápidamente.

Al Doctor Ignacio, por estar siempre presente y dispuesto a colaborar en esta investigación, pero sobre todo por su gran calidad humana al ejercer su labor de docencia, sin la cual, la parte estadística me hubiese hecho llorar aún más, gracias por todo su tiempo y la calidad de este.

A los 8 niños y a sus familias que me tuvieron la confianza de aplicar estas pruebas en un momento complejo para la humanidad.

Por último, a todos los pacientes que he atendido, con muchos de ustedes me he equivocado, pero constantemente me esfuerzo para no volver a cometer los errores, gracias a ustedes todos los días me intento preparar un poco más. Actualmente estoy luchando porque se les dé un servicio de calidad a precios accesibles, esa es mi meta en la vida.

RESUMEN

En México, los últimos resultados en pruebas internacionales de evaluación en competencia matemática han mostrado un estancamiento, solo 1% de los estudiantes llega a niveles de competencia superiores. A pesar de los esfuerzos en la modificación de los planes y programas por parte de la secretaria de Educación (SE), este estancamiento sigue desde el 2003. Los estudios que explican los procedimientos cognitivos en la resolución de problemas aritméticos verbales son casi nulos, aunque existen métodos para intervenir en la solución de estos problemas en niños, ninguno de ellos con una base neuropsicológica. El objetivo será evaluar y comparar la adquisición de las competencias de resolución de problemas aritméticos verbales en dos grupos de niños de distintos grados escolares, teniendo un alcance explicativo para las causas neuropsicológicas y pedagógicas. Se tendrá una muestra de 8 niños que cursan desde 3ero a 6to de primaria publica sin dificultades de aprendizaje o psiquiátricas, los cuales deben tener las habilidades de lectura, escritura y conocimiento de problemas aritméticos básicos (suma, resta, multiplicación y división). Se utilizarán las pruebas: Evaluación Breve Neuropsicológica- Puebla, Verificación del éxito escolar y Evaluación del conocimiento matemático Luria-Benton. Posteriormente se les comparara bajo la metodología de la teoría de la Actividad y la formación de los planos de la actividad.

Palabras clave: problemas aritméticos verbales, matemáticas, neuropsicología, teoría de la actividad, planos de la actividad.

INTRODUCCIÓN

La comprensión y manipulación de las matemáticas es fundamental en la preparación de los niños para la vida en esta sociedad económica moderna, debido a que muchas de las profesiones requieren de un manejo del razonamiento matemático que permitan resolver situaciones, además de aspectos personales y sociales. La neuropsicología ha logrado explicar las causas de las dificultades en las matemáticas en la infancia, encontrando que se presentan distintas alteraciones cognitivas como: mal desarrollo psicomotor, complicaciones con el esquema corporal, retrasos en el desarrollo del lenguaje, alteraciones en la memoria espacial (Rotzer et al ,2009).

Incluso la misma neuropsicología ha logrado encontrar los correlatos neuroanatómicos de procesos de aritméticos como la suma, resta y multiplicación en pacientes con daño cerebral adquirido (Salguero-Alcañiz & Alameda-Bailen, 2013). Han sido muy precisas las investigaciones hechas en esta rama de la psicología que incluso contamos con modelos teóricos para el procesamiento numérico como El Modelo de Triple Código (Dehaene ,1992) y El Sistema de Representación del Procesamiento Numérico y Cálculo (McCloskey, 1992).

En la resolución **de Problemas Aritméticos de Enunciado Verbal (PAEV)** se requiere el uso de las distintas ramas de las matemáticas como: el cálculo, la aritmética, álgebra, geometría. Sin embargo, de acuerdo con los programas de la secretaria de Educación Pública (SEP, 2017), no se presta atención a generar esquemas de pensamiento que les permitan aplicar los conocimientos matemáticos a una situación cotidiana. Es aquí donde se presenta un área de oportunidad para la investigación de esta actividad de pensamiento matemático.

Según Fuchs et al., (2006), un PAEV se define como una situación presentada lingüísticamente en un solo paso que requiere procedimientos aritméticos para llegar a su solución. Es necesario previamente construir un modelo del problema planteado antes de solucionarlo, en donde se ven implicados distintos procesos cognitivos como: la memoria de trabajo, memoria a largo plazo, atención y concentración, resolución de problemas no verbales, habilidad lectora, habilidades lingüísticas y formación de conceptos.

Los resultados de pruebas internacionales como Programa Internacional de Evaluación a los Alumnos (OCDE, 2019) y el Tercer Estudio Regional y Comparativo (TERCE, 2013), además de evaluaciones nacionales hechas por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (PLANEA, 2015) han demostrado que el alumno mexicano se encuentra con graves problemas de comprensión y solución para este tipo retos matemáticos.

Desde la neuropsicología histórico-cultural se han propuesto distintos métodos de corrección en actividades escolares como: métodos innovadores de lectura (Solovieva, 2017); el dibujo para estimulación de la escritura (Mata et al., 2014); métodos de solución de problemas para favorecer conceptos de matemáticas (Rosas et al, 2019), este último es uno de los acercamientos que ha demostrado que la Teoría de la Actividad de Leontiev y la Teoría de las acciones de mentales de Galperin son efectivas en el desarrollo de las actividades de matemáticas.

El objetivo de la investigación es evaluar los mecanismos neuropsicológicos y las habilidades matemáticas, además de comparar las ejecuciones entre dos grupos de estudiantes de primaria. La pregunta de investigación es si se presentaran diferencias en la ejecución de las tareas aplicadas entre los grupos.

Justificación

De acuerdo con los últimos resultados obtenidos en la prueba PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos), la cual es una evaluación para alumnos de 15 años, que considera las áreas de lectura, matemáticas y ciencias. México obtuvo un puntaje por debajo del promedio en las tres áreas, en donde solo el 1% de los estudiantes llega a los niveles de competencia superiores. Lo preocupante de estos datos es que esta inercia ha sido la misma desde el 2003 en la misma prueba.

Continuando con los datos arrojados en la prueba PISA, las conclusiones precisas sobre lo que saben y pueden hacer los alumnos en el área de las matemáticas consiste en: interpretar y reconocer como se puede representar una situación simple (comparar la distancia de dos rutas o realizar conversiones de precios de monedas). Este nivel lo alcanzó el 44% de los evaluados, lo cual equivale al nivel 2 de competencia, en donde el nivel 1 es el mínimo y el máximo posible es 6. Se puede pensar que el poder económico equivale al nivel de educación, esta aseveración no resulta del todo cierta, ya que hay países que no pertenecen a las potencias económicas como Uruguay, Chile o Argentina que han obtenido mejores resultados en la competencia matemática que México (BBC News Mundo, 2009).

¿Cuáles serán las causas de un aprovechamiento por debajo del promedio en el área de matemáticas con respecto a todos los países que participan en esta prueba? Debe existir suficiente investigación en esta área en un país que necesita remediar esta problemática, que no solo se refleja en aspectos educativos sino económicos, un estudiante mejor preparado será un empleado con mayores capacidades y habilidades.

Según De la Peña y Bernabéu (2018) en una revisión sistemática de publicación de artículos entre los años de 2006 a 2017. El 67% de las publicaciones se enfocan en la Dislexia

y el 33% en Discalculia. Otro dato interesante es la cantidad de artículos publicados en inglés y en español. El 86% es de origen anglosajón, mientras el 14% es en español, donde todos referidos a Dislexia. Este último hecho nos habla de las pocas o casi nulas investigaciones en las dificultades numéricas, lo que es increíble en un país con bajos índices de aprovechamiento en matemáticas.

De acuerdo con la secretaria de Educación Pública (SEP) el perfil de egreso de primaria en el aspecto de pensamiento matemático debe cumplir las siguientes características: comprender conceptos y procedimientos para resolver problemas matemáticos diversos y para aplicarlos en otros contextos. En el perfil de egreso de secundaria se pide que el alumno amplíe su conocimiento de técnicas y conceptos matemáticos para plantear y resolver problemas con distinto grado de complejidad, así como para modelar y analizar situaciones. Dichos perfiles basados en los resultados de evaluaciones no se están cumpliendo.

Por lo anterior explicado, se necesitan intervenciones precisas que estén incluidas en los programas de educación en México. Las investigaciones previas desde el enfoque psicopedagógico reportan resultados positivos en la forma de construcción de un esquema para la solución de estos problemas, mientras que la neuropsicología infantil junto a la Teoría de la actividad ha encontrado algunos resultados más consistentes, aun así, siguen siendo escasas las investigaciones de este tema. (Rosas et al.,2019; Rivera & Solovieva,2019; Talizina,2001).

INDICE

CAPITULO I. Del pasado a la actualidad en los trastornos de aprendizaje.....	12
1.1 Antecedentes.....	12
1.2 Actualidad de los trastornos de aprendizaje.....	15
1.2.1 Características de las alteraciones en matemáticas.....	15
1.2.2 Perfil cognitivo de las alteraciones en matemáticas.....	17
1.2.3 Modelos cognitivos del procesamiento numérico.....	19
CAPITULO II. DESARROLLO Y ALTERACIONES DE LAS HABILIDADES ESCOLARES.....	22
2.1 Desarrollo Normal del Pensamiento Matemático.....	22
2.1.1 El pensamiento lógico-matemático según Piaget.....	22
2.1.2 El pensamiento lógico-matemático según Vygotsky.....	25
2.2 Alteraciones del Pensamiento Matemático.....	27
CAPITULO III. MARCO TEORICO.....	30
3.1.-La enseñanza de las matemáticas en México.....	30
3.2.-La neuropsicología aplicada a la educación.....	33
3.3.- Alteraciones en el aprendizaje matemático.....	35
3.4.- Bases neuroanatómicas de las matemáticas.....	37
3.5.- Formación del pensamiento matemático.....	39
3.5.1.- Formación del pensamiento matemático desde la neuropsicología.....	39
3.5.2.-Formación del pensamiento matemático desde el enfoque histórico cultural.....	41
3.6.- Definición de Problema Aritmético razonado.....	47
3.7.- Bases cognitivas en la resolución de problemas aritméticos.....	51
3.8.- Intervenciones específicas para la resolución de problemas aritméticos verbales.....	57
CAPITULO IV OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	61
4.1 Objetivo general.....	61
4.2 Objetivo específicos e hipótesis.....	61
CAPITULO V METODOLOGÍA.....	62
5.1 Diseño.....	62
5.2 Participantes.....	62
5.3 Instrumentos de medida.....	63
5.4 Procedimiento.....	67
5.5 Análisis estadístico.....	68
CAPITULO VI RESULTADOS.....	69
6.1 Análisis cuantitativo.....	69
CAPITULO VII DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	83
Referencias.....	86

REVISION TEORICA

CAPITULO I. Del pasado a la actualidad en los trastornos de aprendizaje

Antecedentes

Las alteraciones de aprendizaje llevan entre nosotros más de 100 años y aun es un tema de interés para distintas áreas del conocimiento. Desde la primera definición del neurólogo alemán Adolf Kussmaul (1877) para las alteraciones de la lectura, la cual entendía como una ceguera total del texto con capacidad intelectual intacta se han tenido interés sobre las causas psicológicas, pedagógicas y neuropsicológicas de los trastornos de aprendizaje.

En 1887 el medico alemán Rudolf Berlín utiliza el término “dislexia” por primera vez, siendo un oftalmólogo que se dio cuenta que los pacientes adultos conservaban su visión, pero tenían problemas con decodificar palabras. Por otra parte, Hinshelwood, Jame Kerr y William Pringle se enfocaron en encontrar esta “ceguera a las palabras” en niños, uno de los descubrimientos importantes fue la diferenciación entre daño cerebral adquirido y problema del desarrollo, este fue realizado con un caso de un joven de 14 años, quien desde los 7 años fue sometido a un aprendizaje formal de lectura, él apenas podía leer palabras aisladas con mucha dificultad (Pringle,1896).

Para el año de 1925, Samuel Orton propone la teoría de la dominancia cerebral basado en sus estudios de caso y observaciones clínicas, él tenía la premisa que la inhabilidad para leer tenía que ver con desordenes de dominancia cerebral donde mencionaba que el giro angular permitía esta capacidad de lectura. La observación que hizo Orton en muchos niños zurdos y ambidiestros lo llevó a concluir lo anterior. Aunque la teoría no es del todo

incorrecta puso la conversación para siguientes estudios más detallados. Incluso Orton junto a Ana Gillingham propuso intervenciones educativas que se usan hasta ahora con una base multisensorial (Ananya,2019).

En los años 70's distintas teorías cognitivas del desarrollo se habían plasmado en la comunidad científica pero aún no se tenía bien definido las características de un niño con y sin dislexia. No fue hasta 1972 en Gran Bretaña donde se especifica el cómo se debe evaluar e intervenir por lo que se convierte en un problema de salud y educación pública, esto lleva a que se creen distintos centros especializados a la intervención e investigación que sigue en operación hasta nuestros días (Naidoo,1972).

Por primera vez Samuel Kirk utiliza el concepto problemas de aprendizaje para referirse a un desfase o trastorno, ya sea en el habla, lenguaje, lectura, escritura o calculo resultantes de disfunciones cerebrales o problemas emocionales. Mas adelante el gobierno de Estados Unidos realiza un proyecto llamado “Daño cerebral mínimo: proyecto nacional sobre los problemas de aprendizaje” donde se buscaba analizar las causas de estos (Matute & Roselli,2010). El proyecto permitió identificar a los niños con problemas específicos de aprendizaje como niños con daño cerebral mínimo, estos infantes poseen una inteligencia normal o superior con manifestaciones cognitivas perceptuales, lingüísticas, mnésicas, atencionales y motoras asociadas a una disfunción mínima del sistema nervioso. Estos problemas no necesariamente representan una desviación en el funcionamiento del cerebro (Clements,1966). A diferencia de las definiciones de los años 70's, hoy en nuestros días se entiende que los problemas de aprendizaje no son explicados por causas emocionales o de interacción social, si bien es cierto pueden existir de manera comorbil no se considera la

verdadera etiología de estas alteraciones. (Nacional Joint Commitee on Learning Disabilities,1988).

A la par de esto, las investigaciones empezaron a encontrar en trabajos de análisis postmortem áreas cerebrales disminuidas en personas con estos trastornos. En los trabajos de Galaburda et al (1985) se descubrió que el tamaño del plano temporal izquierdo estaba disminuido, además de cambios en la migración neuronal en áreas especializadas de la lectura. Estos hallazgos han sido corroborados en el presente con técnicas de neuroimagen (Odegard et al ,2008).

Las investigaciones y primeros descubrimientos se centran en la incapacidad para leer (dislexia). La disgrafia también comparte su propia historia y estructura psicológica, de hecho, es difícil encontrar un niño con trastornos de lectura sin afectaciones en la escritura (disgrafia). Su historia empieza en 1930 cuando el medico austriaco Josef Gerstmann describe un caso de un adulto que es incapaz de escribir asociado a una lesión cerebral, en ese momento se le denominó “agrafia”. Lo que el medico describió fue más allá de una incapacidad para escribir, él reportó una sintomatología neuropsicológica con alteraciones gnósicas en el reconocimiento del nombre de los dedos, desorientación derecha-izquierda, acalculia y agrafia (Riol et al,2017). Estas mismas alteraciones se ven reflejadas en la disgrafia con un correlato neuroanatómico similar, siendo el lóbulo parietal en la región de la circunvolución angular izquierda responsable. Se encuentra registro que 10 años más tarde en 1940 el Dr. Joseph Horace en su libro propone el termino disgrafia. Es limitada la línea histórica de la formación del concepto.

Otro de los trastornos del aprendizaje es la discalculia, la cual de nuevo tiene sus orígenes gracias a un oftalmólogo llamado Hinshelwood quien en 1905 describió el caso de

un adulto. Los estudios se realizaron primero en adultos acuñándoles el término “acalculia”, siendo adultos que perdían la capacidad de calcular. En 1926 Hans Berger realiza una clasificación entre acalculias primarias y secundarias, la cual es mejorada en 1961 por Hecaen y colaboradores dando una explicación anatómica y clínica, describieron tres tipos de síndrome de acalculia (Hecaen et al, 1961). En el caso de los niños el término discalculia tardó un poco más en ser instaurado, el psicólogo checo Ladislav Kosc fue el que lo hizo en (1974), definiéndolo como un trastorno estructural de habilidades matemáticas que se ha originado por un trastorno genético de aquellas partes del cerebro que son el substrato anatómico-fisiológico, sin una afectación simultánea de las funciones mentales generales.

Este último trastorno descrito será de nuestro interés, enfocándonos en la capacidad de resolución de problemas aritméticos verbales que es de las actividades más complejas tanto para los niños con y sin alteraciones del pensamiento matemático.

1.2 Actualidad de los trastornos de aprendizaje

En nuestros días se han logrado avances significativos en comprender las causas neuropsicológicas, incluso se han desarrollado modelos neuroanatómicos que explican el funcionamiento cognitivo en estas actividades escolares. A continuación, se expondrán las características, formas de evaluar y los modelos cognitivos que explican el funcionamiento de los sistemas cerebrales en actividades de matemáticas.

1.2.1 Características de las alteraciones en matemáticas

Actualmente se sabe que los niños con este problema de desarrollo, su inteligencia es promedio, se tiene un pronóstico de éxito en terapia y el problema no se limita solamente a realizar operaciones aritméticas, resolver problemas matemáticos o utilizar el razonamiento

numérico. Strang y Rourke (1985) realizaron una clasificación de errores que cometen los niños con estas alteraciones, cada una de ellas con una capacidad cognitiva afectada:

- Error espacial: Dificultad para poner los números en columnas, seguir la direccionalidad del procedimiento.
- Error visual: Dificultad en lectura de signos aritméticos
- Error de procedimiento: Adición u omisión de algún eslabón en el procedimiento, confundir las reglas entre operaciones
- Error grafomotor: Dificultad en la escritura de números
- Error de juicio: Se llegan a obtener resultados imposibles
- Error de memoria: Problemas para recuperar tablas de multiplicación o números
- Error de perseveración: Dificultad para cambiar de tarea

Estos tipos de errores permiten especificar y clarificar el diagnóstico, además de obtener perfiles cognitivos. Kosc (1970) fue de los primeros en encontrar los tipos de dificultades que suceden en función de la tarea numérica a realizar, entre las que se encuentran:

- 1) Organización verbal de números y procedimientos
- 2) Manejo de símbolos
- 3) Lectura de números
- 4) Escritura de números
- 5) Comprensión de ideas y conceptos matemáticos
- 6) Realizar operaciones aritméticas con conversión

1.2.2 Perfil cognitivo de las alteraciones en matemáticas

Una de las primeras hipótesis cognitivas fue que esta población presenta dificultades para memorizar y / o recuperar datos numéricos, así como procedimientos. Lo anterior fue demostrado por Cohen (1961) en pacientes adultos por medio de tareas de multiplicación, lo que él justificaba era que las personas al realizar este tipo de tareas tendrían que recordar el símbolo de la operación, recobrar el resultado de las tablas de multiplicar y mantener en la mente el número que se “lleva” de la unidad a las decenas. Aun en los 90’s se tenía pensado que la lateralidad manual tenía implicaciones en las dificultades de cálculo y eso afectaba la recuperación de procedimientos matemáticos (Shalev et al ,1995). Otra de las propuestas del porque se presentaban estas alteraciones eran que existía un déficit en el procesamiento secuencial, esta teoría perdió poder debido a que la muestra seguía siendo adultos que habían atravesado por problemas de aprendizaje y la muestra se enfocaba a solo un estudio de caso, la hipótesis fue propuesta por Davis et al (1992).

La atención es otro proceso psicológico que impide la correcta resolución de problemas aritméticos. En un experimento en donde se comparaban niños con discalculia y con trastornos psiquiátricos, se encontró que los participantes con discalculia tenían mayores problemas atencionales que los niños normales, además que se notó que también se encontraban altos en los problemas emocionales en comparación al grupo control (Shalev et al,1995). Un menor grupo de estudios ha encontrado dificultades en aspectos visoespaciales y visomotores (Ronsenberger,1989; Strang & Rourke,1985).

De acuerdo con la definición de Butterworth (2005), la discalculia o los problemas de procesamiento matemático es una alteración específica en el aprendizaje de las matemáticas y no una complicación que resulta de otras áreas cognitivas, como la memoria, atención o viso espacialidad. Los niños tienen complicaciones en realizar tareas numéricas básicas como comparar y contar cantidades. Según Dehaene (1997) estos sujetos no tienen el sentido del número, describiéndolo como la habilidad de representar y manipular números de manera mental. Al parecer el perfil neuropsicológico y psicopedagógico tiene su propia vía y causalidad, si bien se encuentra dentro de los trastornos de aprendizaje cada uno de ellos son independientes en su existencia, lo anterior, lo demuestra una investigación realizada por Tressoldi et al (2007) donde seleccionaron dos niños con dislexia, dos niños con discalculia y tres niños con dislexia y discalculia. Los resultados apuntaron que los defectos en el cálculo escrito y mental, la comparación y alineación de números e identificación de signos aritméticos puede presentarse con una capacidad de lectura conservada y ser independientes de defectos en la memoria.

En resumen, se tiene un perfil cognitivo de distintos dominios y de las actividades escolares en matemáticas que los niños no pueden hacer, aún no se tiene un acuerdo sobre si las alteraciones implican un problema específico en el procesamiento de números o es el resultado de alteración de muchas habilidades cognitivas. Por lo que se han creado hipótesis sobre el procesamiento numérico que se desarrollaran a continuación.

1.2.3 Modelos cognitivos del procesamiento numérico

Se tiene la propuesta de McCloskey et al (1985) basado en tres habilidades básicas, entre las que se encuentran la comprensión de números, producción numérica y procesamiento aritmético. La comprensión de números incluye la comprensión de cantidades, el carácter simbólico de las cantidades que se asocia con un procesamiento léxico, además de otros dígitos que también implica un procesamiento sintáctico. La producción de números tiene como habilidades el conteo, la lectura y escritura de números. Ambos sistemas funcionan tanto para lo escrito como lo hablado. El tercer sistema de procesamiento aritmético es el que une la comprensión y producción de números tiene distintas actividades como: el reconocimiento de símbolos aritméticos, comprensión, memorización, ejecución de reglas aritméticas (tablas de multiplicar) y procedimientos aritméticos (poner la unidad que se “lleva” en las decenas). El modelo cognitivo anteriormente explicado con sus tres módulos explica la actividad de cálculo básico como suma, resta y multiplicación.

Al parecer estos módulos son independientes entre sí. Temple (1991) describió dos casos de niños en los cuales eran capaces de realizar los procedimientos de cálculo, pero tenían dificultad en la comprensión y producción de las tablas de multiplicar. McCloskey et al (1991) también encontraron la funcionalidad del modelo al presentar a 20 niños que tenían alteración en el procesamiento numérico y en la lectura de números, esto permite comprender de mejor manera la discalculia.

El siguiente modelo cognitivo de las operaciones numéricas es el realizado por Dehaene y Cohen (1995) en el que proponen la existencia de dos sistemas independientes

de representaciones numéricas; el primero de estos se representa las magnitudes y comparaciones, además que se encarga del concepto de numerosidad. El segundo tiene que ver con los símbolos numéricos, es decir, en su codificación y decodificación de números escritos o hablados, además de las operaciones aritméticas entre los números (Jacubovich,2006). El modelo explica que para representar magnitudes está asociada con los surcos intraparietales y está determinado biológicamente desde el nacimiento, mientras que las representaciones de símbolos numéricos se desarrollan en la actividad escolar y se vincula con el funcionamiento de regiones angulares del lóbulo parietal izquierdo (Dehaene & Cohen,1995).

Se tienen hipótesis acerca sobre los posibles mecanismos cognitivos que subyacen a la discalculia, algunas de corte cognitivo puro y otras de representación numérica. A continuación, se expondrán.

La primera de ellas es la hipótesis del deficit en los procesos mentales de propósito general, en la que su principal argumento es que los problemas de discalculia son secundarios a alteraciones en procesos psicológicos como: la memoria de trabajo, razonamiento verbal y habilidades visoespaciales (Geary et al, 2000). Cabe mencionar que el nombre de la hipótesis se engloban aquellas investigaciones que no son tan precisas ni contienen aspectos numéricos, de este tipo de relación entre dominios cognitivos y dificultades del desarrollo numérico ya se explicó en el apartado de perfil cognitivo en las alteraciones matemáticas.

La segunda hipótesis es conocida como deficit en la representación numérica, aquí se asume que la discalculia es un fallo en los sistemas especializados de procesamiento numérico. De esta hipótesis surgen dos propuestas: hipótesis del módulo numérico

defectuoso y la hipótesis del déficit en el sentido numérico. La primera propuesta es el resultado en la representación de la numerosidad que afectan a la comprensión del significado de los números, así como tareas de comparación, adición y sustracción (Landerl et al, 2004). Esta propuesta considera que el humano tiene la capacidad de representación y manipular numerosidades de manera innata, se asume que el desarrollo de estas capacidades son el resultado de la interacción entre el módulo numérico y la estimulación escolar. Según esta hipótesis, los niños tendrían dificultad selectiva en tareas en las que tenga que estimar conjuntos presentados visualmente o de comparación dígitos (Ostad,1999). Lo anterior se comprueba con el experimento de Geary et al (2000), en el que se comparan niños normales y discalcúlicos de 6 y 7 años donde se les aplicaron tareas de comparación de magnitudes, aunque las diferencias son mínimas, si son consistentes con la hipótesis del módulo numérico defectuoso. Esta hipótesis tiene sus críticas en donde los niños pequeños de 6 meses responden a cantidades aproximadas y no a las exactas (Xu & Spelke,2000). Estas críticas llevaron a la creación de la segunda propuesta.

La segunda propuesta llamada hipótesis del sentido numérico, menciona que hay un déficit en la capacidad de representar cantidades continuas tanto como en representación analógica y aproximaciones a la cantidad, así como de relación de palabras con los números, este último error sucede al incrementarse la cantidad a más de 4 estímulos. Se tiene un agregado a diferencia de la hipótesis anterior donde se le da un mayor peso al lenguaje. Según Dehaene (2001), lo que engloba la numerosidad no solo es percibir donde se encuentran mayor o menor cantidad de objetos, sino también es posible saber que el número 9 es mayor que el 5 o saber que una suma de $12 + 15$ jamás será el resultado de

96. Este mismo autor menciona que no se requiere mucha introspección para esto, él les llama habilidades elementales o intuiciones sobre los números, incluso hipotetiza que el *sentido numérico* está biológicamente determinado. La forma de comprobar esta hipótesis ha sido por medio del experimento de Moyer y Landauer (1967) en donde se ponía a 10 adultos femeninos a seleccionar cantidades no equitativas, estas cantidades se presentaban 24 veces del lado izquierdo y derecho. Los resultados mostraron que se tiene una mayor latencia de respuesta siempre que los números sean más cercanos entre sí.

CAPITULO II. DESARROLLO Y ALTERACIONES DE LAS HABILIDADES ESCOLARES

2.1 Desarrollo normal del pensamiento matemático

Existen dos de los exponentes más grandes de las teorías sobre como el niño construye el conocimiento matemático y como se apropia de este. Estos investigadores son Jean Piaget y Lev Vygotsky, ambos utilizan el pensamiento matemático o las acciones con matemáticas para desarrollar sus teorías, si bien no era la intención principal de ellos responder a como se desarrolla este tipo de pensamiento, si dejaron un esquema de teórico sobre cómo se asimilan e internalizan estas actividades.

2.1.1 El pensamiento lógico-matemático según Piaget

De acuerdo con Piaget (1998), el desarrollo cognoscitivo inicia cuando el niño asimila las cosas que lo rodean con respecto a sus estructuras cognitivas. Antes de entrar al preescolar donde se expone a los conocimientos matemáticos, el niño necesita ciertos esquemas cognitivos, los cuales siguen un orden determinado, que incluye cuatro estadios, cada uno de los cuales se forma a partir del paso de un estadio a otro. Los estadios son los siguientes:

- a) Estadio Sensoriomotor: Tiene lugar entre el nacimiento y los dos años. Se caracteriza por un pensamiento representacional. Lo cual menciona que el menor necesita al inicio del objeto para después generar una representación mental. En esta etapa aún no se tienen indicios de conceptos matemáticos.
- b) Estadio Preoperacional: Va desde los dos a los siete años, en esta etapa se consolidan las funciones semióticas que permiten pensar en los objetos incluso en su ausencia. Las habilidades que potencializan eso son el lenguaje, el dibujo y las imágenes. En esta etapa los niños son egocéntricos. Las características de su pensamiento egocéntrico son: el artificialismo que quiere decir el intento de reducir el origen de un objeto a una fabricación intencionada; el animismo, que es el intento de darles voluntad a los objetos; y, por último, el realismo donde se le da una existencia a procesos psicológicos.
- c) Estadio Operacional Concreto: Comprende desde los siete años a los doce. Aquí se considera la perspectiva fuera de la propia. Representan mentalmente lo que los rodea, pero aún son inhábiles de considerar todos los resultados lógicamente posibles. Se tienen características específicas como lo son; la noción de medida; perspectiva y proyección; comprensión de la velocidad, y en el aspecto de las matemáticas pueden resolver ecuaciones, pueden plantear y resolver problemas que requieren manipulación de variables.
- d) Estadio de Operaciones formales: Cubre la preadolescencia hasta la adultez. La metacognición es la principal característica; son capaces de razonar sobre la base de posibilidades teóricas, son capaces de considerar situaciones hipotéticas y pensar sobre ellas.

Piaget (2001) considera que las matemáticas son un sistema de métodos y procedimientos que permiten conceptualizar la solución de problemas matemáticos. Este mismo autor menciona que la comprensión del número y del conteo está asociada al estadio operación concreto. A medida que el niño crece va utilizando paulatinamente representaciones más complejas para la organización del pensamiento matemático. Este conocimiento lógico-matemático, surge de una reflexión abstracta al no ser un conocimiento palpable y se van construyendo estos esquemas a partir de la relación con los objetos, un aspecto importante es que la experiencia con las matemáticas no viene de los objetos sino de la acción sobre los mismos.

De nuevo para Piaget (1998), el niño debe entender la lógica de los conceptos y sus relaciones. Lo anterior lo explica con los experimentos hechos donde el niño debía encontrar la equivalencia en un grupo de objetos desordenados, por lo cual el fundamento psicológico para la comprensión del número era conocer la equivalencia mediante la imposición de un orden establecido.

Los estadios que han sido más relacionados con las matemáticas son las operaciones concretas y formales. En las operaciones concretas se tienen algunas habilidades lógico-matemáticas como: la extensión de las clases para la clasificación, tamaño de las diferencias para la seriación y conservación cuantitativas. En esta etapa se ubican en el origen de las conservaciones, aun no tienen lógica de operaciones mentales reversibles. Uno de los ejemplos es la correspondencia uno a uno. Por otro lado, en el estadio de operaciones formales se entienden las operaciones proporcionales, la clasificación de objetos se complejiza, así como las seriaciones. Se agrega la capacidad de reversibilidad y aumenta la capacidad deductiva (Piaget,1981).

2.1.2 El pensamiento lógico-matemático según Vygotsky

Si bien es cierto, Vygotsky no tiene demasiados escritos sobre la formación de conceptos matemáticos, si dio las bases para entender el desarrollo de la aritmética cultural. Vygotsky mencionó que si un niño es incapaz de apropiarse de los procedimientos culturales será incapaz de asimilar la aritmética tal cual la conocemos. Otro apunte que señala es que el objetivo del preescolar es pasar de la percepción directa de cantidades a una estrategia mediada por el adulto, es decir, empezar a utilizar los signos. Poco a poco se tiene que ir desprendiendo el niño preescolar de los medios auxiliares para ir utilizando formas espaciales más abstractas. Vygotsky señala que esto solo sucede por medio de la escolarización.

Para Lev Vygotsky (1995):

“Casi siempre se producen momentos extremadamente críticos en el desarrollo del niño, en que siempre entran en conflicto su aritmética con otra forma de la aritmética que le enseñan los adultos. El pedagogo y el psicólogo deben saber que la asimilación por el niño de la aritmética cultural es siempre conflictiva”.

Con la guía del maestro esta relación conflictiva pasa en el niño de la percepción directa de cantidades a la experiencia mediada enseñada por el adulto, por lo que las matemáticas empiezan a ser entendidas por medio de los signos, cifras, reglas y procedimientos creados por la cultura, buscando que se sustituya las operaciones con objetos reales por operaciones con sistemas numéricos.

Para ejemplificar lo anterior, el autor toma como ejemplo los experimentos de niños preescolares en los cuales tienen que realizar conteo de grupos. En esa etapa psicológica la capacidad de conteo depende exclusivamente de la percepción directa y ordenamiento de los

objetos. Los datos apuntan a que a mayor nivel cultural y de edad de los niños, menores errores en el conteo de cantidades.

Los seguidores de Vygotsky son los que muestran un mayor aporte desde el enfoque histórico-cultural para la formación del pensamiento matemático. Se han propuesto desde esta perspectiva métodos para la formación de acciones en nivel materializado para el desarrollo del concepto numérico, sistema decimal y operaciones como la medida, comparación y de conversión (Salmina & Filimonova,2000).

Bajo este enfoque, el docente necesita entender la estructura de las acciones a enseñar, además de organizar gradualmente como tendrán que ser interiorizadas dichas acciones en distintos planos como: el materializado, perceptual, verbal externo y mental (Galperin,2011; Solovieva et al.2016).

Exclusivamente en los problemas aritméticos verbales. Nikola y Talizina (2001) mencionan que el problema verbal es una acción intelectual en el cual la memorización no ayudara a solucionar estas situaciones. Uno de los primeros pasos que debe realizar el niño es entender las situaciones y relacionar los elementos. A lo que Galperin (2011) aporta que esta interiorización debe ser orientada y guiada que permita al alumno un acto de reflexión y consciencia sobre el proceso. Cada problema requiere una acción específica intelectual que debe ser generalizada, el niño debe interiorizar las operaciones del pensamiento en lugar de solo hacer una interpretación caótica y desorganizada (Talizina,2009)

2.2 Alteraciones del pensamiento matemático

El aprender matemáticas requiere de un grado de interiorización mental y esfuerzo, lo que lleva a cambios neuropsicológicos en el cerebro durante el aprendizaje. Las matemáticas y el pensamiento matemático deben ser realizado con esfuerzos continuos por parte de la educación formal, los procesos cerebrales como la atención, memoria, razonamiento, habilidades espaciales, etc. son necesarios y deben tener un funcionamiento adecuado para lograr los cambios en la estructura y función cerebral (Dehaene et al., 1999).

En ocasiones estos mecanismos neuropsicológicos presentan alteraciones específicas lo que lleva a que se generen trastornos específicos como lo son la acalculia y la discalculia. La acalculia es causada por un daño cerebral siempre que la competencia matemática se haya adquirido previamente, mientras que, la discalculia es una incapacidad en el procesamiento matemático. Estas patologías son incapacitantes, ya que el sujeto tendrá dificultades en habilidades como contar dinero, marcar números telefónicos, mencionar la hora, recordar fechas, etc. (Vargas, 2013). Estos trastornos se pueden clasificar en primarios o secundarios. En los primarios existe un trastorno en el pensamiento matemático, pero sin estar relacionado con una patología específica, mientras que en los secundarios se asocia a una patología que interrumpe el funcionamiento matemático como lo pueden ser hemorragias cerebrales, tumores, traumatismos craneoencefálicos, infecciones, etc. Estos pacientes tienen complicaciones en tres aspectos:

- 1) Orientación en el espacio: dificultad para identificación derecha-izquierda, norte-sur.
- 2) Dificultad para el control de sus acciones.

- 3) Representación de su propio cuerpo, especialmente de manos y dedos. Se han encontrado problemas para mencionar el nombre de los dedos (Castro-Cañizares et al, 2009).

Existen algunas investigaciones en las que en tareas de numeración los preescolares tienen complicaciones para aprender el significado de las palabras numéricas y de los números árabes como, por ejemplo, que la palabra “siete” y el número “7” representan un conjunto de 7 objetos, es un predictor para un mal desempeño en matemáticas. Esta falla en la numeración impacta en la relación entre números lo que complicaría la adquisición del concepto de número, como por ejemplo saber que el número 25 se compone de 2 decenas y 5 unos (Geary & vanMarle, 2016).

Por otra parte, una de las primeras habilidades matemáticas a desarrollar es el conteo. El que se compone de 5 principios mencionados por Gelman y Gallistel (1983), Los primeros 3 principios son la estructura principal para que emerja el conocimiento del conteo. Estos principios son:

- 1) La correspondencia uno a uno (cada elemento comprende un número)
- 2) Orden establecido (el orden de los números es invariante)
- 3) Cardinalidad (el número final mencionado al contar es la cantidad de objetos totales)
- 4) Abstracción (todos los objetos pueden ser contados)
- 5) Orden irrelevante (los objetos pueden ser contados en cualquier secuencia)

Se realizó un experimento con niños con trastornos de aprendizaje en matemáticas en donde el objetivo era encontrar si la forma de contar estaba alterada desde las primeras etapas del preescolar. El procedimiento involucró a un títere que contaba correcta o incorrectamente,

mientras los niños debían identificar si el títere lo hacía bien o mal. Los resultados revelaron que los niños entienden que, si había errores al momento de contar, aunque cuando el títere contaba dos veces el mismo objeto fue interpretado por los niños como correctos, sugiriendo que muchos niños con esta dificultad tienen complicaciones en memoria de trabajo (Geary et al., 1992).

En la aritmética se ha encontrado que los niños con problemas de aprendizaje tanto de lectura como de cálculo utilizan las mismas estrategias para resolver sumas o restas simples, las cuales son contar con los dedos o hacerlo de manera verbal. Las diferencias entre este grupo y los de un desarrollo normal en el aprendizaje es la edad de adquisición de las estrategias y los niños con problemas de aprendizaje constantemente utilizan ambas estrategias para compensar (Hanich et al,2001). Los infantes de primero y segundo grado de primaria con dificultades en la lectura pudieron realizar el cambio de estrategia entre contar con los dedos a pasar a hacerlo de manera verbal, mientras que los niños con discalculia continuaron realizando operaciones aritméticas con objetos o con sus dedos (Geary et al, 1991). Otros estudios demuestran que si hay una evolución en las estrategias implementadas pero el grupo de niños con problemas en matemáticas cometen más errores (Geary & Brown, 1991).

CAPITULO III. MARCO TEORICO

3.1.-La enseñanza de las matemáticas en México

Una de las principales preocupaciones en la enseñanza por parte del sistema de educación mexicano, son las matemáticas, genera múltiples fracasos en los niños de nivel primaria. Por lo que se han hecho múltiples esfuerzos por remediar esta situación con distintas reformas educativas, adecuándose a supuestos teóricos utilizados por otros países (Avila,2013). Los resultados en la Prueba PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos) han mostrado una curva plana de aprovechamiento en esta área desde el año 2003 hasta el año 2018. El promedio en esta prueba oscila en los 500 puntos, mientras que Mexico ha oscilado en puntajes de 385 a 419(OCDE,2019).

En la última aplicación de la prueba PISA en el 2018, se encontró que el 44% de los estudiantes mexicanos alcanzó el nivel 2 en matemáticas, el cual consiste en ser capaz de interpretar y reconocer como representar una situación simple como comparar la distancia total de dos rutas alternativas. Comparado con otros países como China, Singapur y Corea, sus alumnos consiguieron tener una competencia de nivel 5, esto se traduce en que ellos pueden ser capaces de modelar situaciones complejas matemáticamente y pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias apropiadas de resolución de problemas aritméticos reales. La prueba se compone de 6 niveles.

Otro aspecto para considerar, no solo son los puntajes bajos en las pruebas de evaluación internacional, sino la distancia que tenemos con respecto a otros países. Cada 30 puntos de diferencia equivalen a un grado escolar, entonces si comparamos el resultado de México en la última prueba, el cual fue de 409 puntos, con el promedio, tendríamos una

diferencia de 91 puntos que se traduce a tres grados escolares de diferencia. Es importante mencionar que esta evaluación se realizó con jóvenes de 15 años.

En el Tercer Estudio Regional y Comparativo (TERCE,2013), el cual fue un estudio de logro de aprendizaje que abarco 15 países de Latinoamérica. El estudio evaluó el área de matemáticas a niños de tercer y sexto grado de primaria. Los resultados mostraron que seis de cada diez niños mexicanos no pueden resolver problemas de matemáticas simples. En esta misma evaluación se mencionan los factores asociados que inciden en el aprendizaje, los cuales se relacionan más con aspectos socioeconómicos (nivel de ingreso de los padres, educación rural, etc.) que prácticos-metodológicos del modelo educativo a seguir.

En una evaluación hecha en México por El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) con su Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA,2015) dio a conocer que el 60.5% de los alumnos de sexto grado de educación primaria y de tercero de secundaria, se ubican en el nivel I de cuatro posibles, esto se traduce en que aún no son capaces problemas aritméticos con números naturales. En este nivel de logro son capaces de escribir y comparar números, resolver problemas aplicando características y propiedades básicas de triángulos, prismas y pirámides, además de solucionar problemas que implican leer información en graficas de barras. En esta misma prueba no se han encontrado diferencias significativas en los resultados entre niños y niñas. Donde sí se vieron cambios significativos es en la comparación entre escuelas públicas y privadas. La escuela pública solo el 5.4% alcanza el nivel IV, mientras que en las escuelas se tiene un 23.8% de alumnos que consiguen llegar a estas instancias. Como dato extra en las comunidades indígenas el 1.2% es capaz de obtener un resultado en el nivel más alto.

Los problemas en matemáticas no solo recaen en el alumnado, sino en el mismo maestro y su formación. En un estudio realizado, en donde se comparaban las habilidades de enseñanzas entre docentes de México y Francia, se encontró que los maestros mexicanos tienen un déficit en la estructura y ejecución para resolver ecuaciones, rectas y geometría analítica. Además de ser necesario el uso de calculadora a diferencia de los maestros franceses. Otro aspecto interesante en este estudio fue que el docente de México cuenta con un mayor manejo de las teorías didácticas, pero al momento de tener el dominio de los conceptos y enseñarlo a los alumnos no cuentan con un método adecuado (Juárez & Arredondo, 2017).

En un estudio realizado por Garcia et al., (2011) en el cual por medio de encuestas se les preguntaba a los docentes en que frecuencia ellos evaluaban los tres aspectos del aprendizaje clave en matemáticas, de acuerdo con los programas de la SEP, los cuales son; *el resultado, el uso de las estrategias aplicadas por el alumno, y el uso de los algoritmos para cada problema*. Se encontró que el 20% de la población evalúa solo uno de los tres aspectos clave, y en su gran mayoría es el resultado final del problema. Desde los programas más antiguos de la SEP (2000) se incita a los profesores a evaluar el proceso del como el alumno llegó al resultado, el cual el 25% de los maestros no siguió las orientaciones planteadas por el organismo de educación nacional.

Se ha hablado de la responsabilidad que tiene el docente en los problemas de enseñanza, aunque no es el principal responsable, en distintas ocasiones el maestro se enfrenta a problemas sociales que requieren soluciones fuera del salón de clases (Apodaca et al., 2017). Los esquemas o modelos educativos que se siguen por los maestros son primordiales para ejercer una educación de calidad, estos modelos no logran su

generalización ni consolidación por situaciones políticas, es decir, mientras los maestros aprenden los cambios que conlleva una reforma educativa en poco tiempo tienen que adaptarse a una nueva, ya que cada cambio de presidente en México regularmente se modifica los objetivos de la educación en el país (Malpica,2017).

3.2-La neuropsicología aplicada a la educación

Los problemas de aprendizaje se han vuelto recurrentes en las escuelas de México y del mundo, estos problemas llevan a quienes los padecen a tener impacto en su dinámica social, personal y emocional. Es importante que se detecte en las etapas más tempranas de formación e intervenir de manera precisa. Cada vez la neuropsicología forma parte de los primeros intentos de intervención en problemas del ámbito escolar.

Una evaluación neuropsicológica detallada permitiría a los docentes conocer el estado de desarrollo cognoscitivo, así como conocer el progreso de las funciones psicológicas relacionadas al aspecto educativo. Se proponen ciertas aportaciones que hace la neuropsicología al ámbito escolar, entre las mencionadas se encuentran; conocer la forma en que el niño aprende, cuáles son los periodos críticos para algunos aprendizajes, como organizar el conocimiento, y la importancia de las intervenciones tempranas para la prevención de trastornos del neurodesarrollo (Pimentel & Tamayo,2019).En los últimos años, la aplicación de técnicas de neuroimagen en niños con trastornos del aprendizaje ha aportado información importante acerca del desarrollo neuroanatómico del cerebro y los procesos cognitivos necesarios tanto para la lectura como para las matemáticas, así como de explicar las causas de estos síndromes neuropsicológicos.

La prevalencia de trastornos de aprendizaje se estima varía entre 5 y 15%, con sus distintas manifestaciones. La dislexia tiene una prevalencia entre 4 a 8%, mientras que la discalculia presenta entre 3.5% a 6.5% (Butterworth & Kovas,2013). No se encuentra un registro de los datos precisos de prevalencia en México. El incremento de los problemas de aprendizaje se debe a tres factores; el primero de ellos, la exigencia escolar, ya que , la edad de inicio de ingreso a la primaria ,ronda entre los 5 y 6 años de vida, incluso desde antes en el preescolar ya se comienza a enseñar temas de cálculo y lectoescritura sin la adecuada madurez cortical(Lopera,2002); el segundo factor radica en el alto nivel de competitividad actual, se pide al alumno que tenga mejores niveles de aprovechamiento constantemente , de lo contrario se le diagnostica con alguna dificultad de aprendizaje , las cuales quizás en otro tiempo pasarían por debajo del umbral diagnóstico(Aponte et al.,2013); el tercer factor esta explicado por los avances médicos que permiten que se disminuya la mortalidad infantil , estos niños que sobreviven a situaciones extremas llegan a manifestar síntomas neuropsicológicos ,como lo pueden ser las dificultades de aprendizaje entre otros(Mateos,2009).

La concepción sobre lo que es un trastorno de aprendizaje se ha ido modificando con el pasar de las investigaciones. En las primeras etapas de la neuropsicología infantil se pensaba que este tipo de niños sufrían algún tipo de daño cerebral estructural, más adelante se descubrió que aquellos infantes que tenían dificultades en comprender materias escolares no necesariamente manifestaban una discapacidad. Surge aun debate sobre si se estos niños cuentan con daño cerebral mínimo (Roselli, Matute & Ardila,2010). La definición sobre daño cerebral mínimo comprendía a niños con inteligencia normal o superior con manifestaciones para la adquisición del aprendizaje escolar, manifestándose como trastornos del lenguaje,

perceptuales, mnésicos, atención y/o motores (Clements,1966). Posteriormente se conceptualizó que las funciones perceptuales, motoras y académicas mostraban discrepancias en periodos muy precisos del desarrollo del infante que entorpecían el desempeño escolar.

La atención debe ser realizada tempranamente para evitar formar sistemas funcionales incorrectos, los cuales requieren de un mayor esfuerzo y tiempo para su corrección, además de que afecta a la imagen y motivación del alumno, lo que lleva a la deserción escolar y generación de problemas socioemocionales en el contexto escolar y en un futuro en el laboral (Elkins,2007; Arenal & Conde,2009; Mateos & Lopez,2011)

3.3- Alteraciones en el aprendizaje matemático

Diversas posturas teórico-metodológicas han planteado diferentes clasificaciones para las alteraciones en el aprendizaje de las habilidades matemáticas. Usualmente se utiliza la clasificación taxonómica del Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-V), la cual se clasifica de la siguiente manera.

Para el DSM-V, las alteraciones que surgen en el desarrollo de las habilidades matemáticas, forman parte de los trastornos específicos de aprendizaje, que, a su vez, estos se encuentran en los trastornos del neurodesarrollo (APA,2013). La discalculia se define como un defecto cognitivo que afecta la adquisición de las habilidades matemáticas en niños con inteligencia normal (Price & Ansari, 2013; Roselli & Ardila,2010). Entre las alteraciones que se manifiestan en los niños con discalculia se encuentran los procesos de razonamiento de la información numérica y aprendizaje de operaciones aritméticas, así como del cálculo correcto. Asimismo, otros autores han correlacionado el adecuado desarrollo de las habilidades matemáticas con el funcionamiento lingüístico, particularmente para la

consolidación del conteo, el cálculo y el de algunos principios aritméticos, algebraicos y geométricos (Donlan,2007). Otros autores han encontrado una relación entre problemas aritméticos y la aparición del síndrome de Gerstmann (agnosia digital y desconocimiento de la lateralidad derecha-izquierda) (Ardila & Rosselli,2002). En cuestión de género, se ha encontrado que durante la adolescencia los hombres obtienen puntajes significativamente mejores en la resolución de operaciones aritméticas mentales y en la solución de problemas numéricos, en comparación con mujeres (Roselli et al.,2009).

Sin embargo, a pesar de la importancia del estudio de las habilidades matemáticas y su alteración, en un estudio realizado de revisión sistemática, se encontró que, por cada artículo publicado de discalculia, existen tres de dislexia, esto concluye que se ha recibido una menor atención a encontrar las explicaciones sobre este trastorno en hispanohablantes (De la Peña & Bernabéu,2018).

Hay que considerar que las habilidades de suma, resta, división y multiplicación no son suficientes para decir que se cuenta con competencias matemáticas. Si bien es cierto, estas operaciones básicas son importantes, no son suficientes para resolver problemas reales de la vida. Una persona es capaz de resolver operaciones aritméticas, contar o calcular, pero no necesariamente está usando el pensamiento matemático. El pensamiento matemático se conceptualiza como la forma de razonar para resolver problemas provenientes de distintos contextos, en las ciencias naturales, incluso en las propias matemáticas (SEP,2017). De acuerdo con PISA (OCDE,2017), la definición de *competencia matemática* es la capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. Incluye razonar matemáticamente y utilizar conceptos, procedimientos, herramientas y hechos matemáticos para describir, explicar y predecir fenómenos.

La comprensión y manipulación de las matemáticas es fundamental en la preparación de los niños para la vida en esta sociedad económica moderna. Muchas de las profesiones requieren de un manejo del razonamiento matemático que permitan resolver situaciones, además de aspectos personales y sociales. El área de las matemáticas se compone de distintas ramas como: el cálculo, la aritmética, algebra, geometría. De acuerdo con los programas de la secretaria de Educación Pública (SEP), se busca que el estudiante resuelva distintas situaciones de todas las ramas de las matemáticas.

3.4.- Bases neuroanatómicas de las matemáticas

Existen distintos procesos que se pueden realizar con la aritmética, desde cálculos simples de suma o resta hasta resolver ecuaciones integrales, cada uno de estos procesos tienen una base psicofisiológica diferente. En nuestro caso nos interesa el cómo los niños son capaces de resolver problemas razonados, los cuales consisten en fases. El cálculo mental facilita al niño la velocidad para responder a estos problemas, además permite al niño que se concentre en otros elementos como la comprensión del problema, creación de un plan para su solución, verificar el plan.

La base neuroanatómica del cálculo mental en niños no cuenta con amplia investigación, así que tomaremos los estudios centrados en adultos sanos. El cálculo es un acto mental complejo que requiere amplias conexiones interconectadas (McCloskey,1992). La memoria de trabajo tiene un rol importante en el cálculo mental, así como la memoria a largo a plazo con sus diferentes maneras de recuperar información; fonológica (Dehaene,1992), semántica (McCloskey,1992) o de múltiples almacenamientos (Campbell & Clark,1992).El lóbulo parietal izquierdo está relacionado con el almacenamiento de

información verbal numérica, mientras que el lóbulo frontal izquierdo se activa para mantener las cantidades en la mente, es por esto por lo que se asocia fuertemente con la memoria de trabajo (Jonides & Smith,1997; Hitch,1978).

En un experimento realizado por Harmony y colaboradores (1999) con adultos, se les realizó un electroencefalograma, encontrando que las áreas de Broca eran importantes en el cálculo mental para la evocación por medio del lenguaje interno del procedimiento aritmético a seguir. Se encontró también que algunos segmentos de la corteza parieto-temporal participaban en el almacenamiento de los números. Específicamente se ha mencionado que el giro angular izquierdo, ubicado en el lóbulo parietal, participa en la recuperación verbal de hechos aritméticos, por ejemplo, las tablas de multiplicar (Dehaene et al, 2003). El giro angular muestra una mayor activación al recuperar el resultado en operaciones de suma, resta, multiplicación y división, mientras que en operaciones que requieren un procedimiento como los problemas aritméticos no es así. Otro dato interesante sobre el giro angular izquierdo es que muestra una mayor participación en el cálculo de operaciones simples que en las complejas (Grabner et al,2009).

En los estudios de neuroimagen realizados en niños realizando sumas de un dígito y problemas de multiplicación se han encontrado diferencias en comparación con los adultos. Se ha manifestado una activación posterior derecha en los infantes, mientras que en los adultos se activaron zonas anteriores izquierdas. Estos resultados indican que los niños no realizan el proceso de resolución de manera verbal como un adulto si lo hace (Zhou et al ,2011). Se encuentran los mismos resultados en niños de 10 años comparados con adultos en tareas de multiplicación de un dígito, en donde la activación cortical de los menores es mucho más anterior que en los adultos (Prieto-Corona et al,2010)

3.5.- Formación del pensamiento matemático

3.5.1.- Formación del pensamiento matemático desde la neuropsicología

Incluso en animales se encuentran conceptos de numerosidad y de operaciones aritmética, como lo es en la investigación realizada por Rugani et al, (2009), en donde se aplicó un esquema de selección de objetos con pollitos, estos escogían donde había más elementos. No es de sorprenderse que los niños del preescolar cuenten con un reconocimiento de pequeñas cantidades, conteo y aritmética.

De acuerdo con Klein y Starkey (1987), existen diferentes fases para la adquisición del conocimiento de los números. Esta adquisición se da con el entrenamiento constante por parte del proceso escolar, son procesos secuenciales en los cuales se da un salto cualitativo por medio del lenguaje. Algunos niños no logran esto a la velocidad esperada, desde ahí se sospecha que tendrían dificultades para la adquisición de las matemáticas formales.

Las habilidades numéricas propuestas por Klein y Starkey (1987) son:

- 1) **Cuantificación global o percepción de numerosidad:** Permite al niño saber dónde se encuentra la mayor cantidad de objetos. Esto se observó en el experimento de Rugani et al, (2009). La complejidad aumenta al tener mayor cantidad de objetos y disminuye la probabilidad de respuestas correctas en los preescolares.
- 2) **Reconocimiento de pequeñas cantidades:** En esta fase el lenguaje toma un rol más importante. Los adverbios como: “poco”, “menos” o “más”. Es similar a la primera fase de cuantificación global. Desde las primeras horas de nacimiento se tiene este reconocimiento de 2 a 3 cantidades (Antell & Keating, 1983)

- 3) **Enumeración:** Este es el primer proceso verdaderamente matemático. Permite distinguir los elementos de un grupo de objetos. En los preescolares con las palabras “este” y el “otro” le da la oportunidad de separar las cantidades.
- 4) **Construcción de correspondencia:** Es un tipo de enumeración que permite comparar colecciones de objetos. La cuenta de elementos se para con ayudas externas como los dedos, marcas, puntos, etc. Esto permite la correspondencia uno a uno. Cada objeto se corresponde con una de las ayudas externas. A la edad de dos años empieza a desarrollarse esta habilidad con número límite de tres objetos.
- 5) **Conteo:** Es una forma sofisticada de enumeración donde ahora se agrega el nombre del número para darle un valor cardinal. La primera figura recibe el nombre de “uno”, la segunda de “dos”, y así consecutivamente. Existen dos principios en el conteo: *el principio de uno a uno* y *principio de orden estable*. El primer principio se refiere a que cada objeto se le asigna el nombre de un número. El segundo principio es donde se le asigna el mismo nombre del número dependiendo la posición ordinal en la lista. Se adquiere una mayor complejidad en el conteo, en etapas más avanzadas, el niño es capaz de contar hasta el número 10, los problemas inician al momento de contar un número más grande del diez al enfrentarse con tener que contar y memorizar los nombres de los números que no tienen un patrón sencillo.
- 6) **Aritmética:** Son las operaciones de suma, resta, división y multiplicación. Este aprendizaje se realiza en la educación después del preescolar. Específicamente la suma y resta se desarrollan en los primeros dos años escolares, mientras que la multiplicación y división en tercer grado de primaria. El desarrollo de la suma y resta se hace en primeras instancias con el conteo usando los dedos, una vez dominado eso, el niño es capaz de contar sin objetos presentes. Después se automatizan algunas

operaciones de cantidades pequeñas (uno más uno es dos; dos más dos es cuatro; dos menos uno es uno, etc.).

3.5.2-Formación del pensamiento matemático desde el enfoque histórico cultural

El conocimiento para la enseñanza de las matemáticas no solo se debe limitar al cómo usar los algoritmos, sino a los procesos cognitivos que debe desarrollar el niño para distintas actividades en esta área. Según Talizina (2009) este proceso debe ser dinámico y flexible. Esta misma autora menciona que las matemáticas son conceptos científicos que necesitan una organización consciente para lograr aprenderlo y generalizarlo, al ser así es necesario que el alumno distinga los rasgos que lo hacen único y su relación con conceptos de la misma materia (matemáticas).

Las ideas de Vygotsky (1994) mencionan que el desarrollo aritmético empieza con una fase de percepción directa de la cantidad a una fase mediada por el uso de signos y símbolos, en esta etapa se empieza a dominar las cifras y reglas que permiten la sustitución de las operaciones con material concreto por operaciones con sistemas numéricos, en conclusión, el niño pasa de la matemática natural a la cultural.

Es necesario que se tenga una exposición de las matemáticas en situaciones vivenciales para permitir la construcción de conocimientos, este conocimiento debe relacionarse con los números, bajo sus propiedades y operaciones (Buenrostro,2013).Las matemáticas no son procesos aislados que se puedan realizar con funciones cognitivas separadas, sino que es un sistema de actividad, en donde la acción será la unidad para analizar en el aprendizaje, es decir, el conjunto determinado de acciones que realizan la acción y el modelo que realiza el sujeto (Talizina,2009). Según esta misma autora es necesario dos

habilidades: habilidad general de pensamiento y habilidad específica en matemáticas, esta última se formará exclusivamente en esta materia.

En la etapa preescolar se tienen habilidades matemáticas previas que les permite una preparación psicológica para el aprendizaje cultural de las matemáticas en la primaria. Estos componentes son propuestos por Salmina y Filiminova (2010):

- a) Componente numérico: son conceptos y relaciones elementales matemáticas. Se refiere al concepto del número en el sistema decimal y a la habilidad para hacer operaciones como correlacionar, comparar, contar, etc., En esencia es tener la habilidad para comprender que los números pueden ser expresados de manera diferente. La medida se relaciona con la cantidad.
- b) Componente lógico: es la habilidad de identificar características en los objetos, en donde se realizan operaciones de conservación, seriación y clasificación, estas operaciones son precursores de la formación del número según Jean Piaget. De acuerdo con Lázaro et al, (2013) son los conocimientos y operaciones lógicas básicas. En donde la conservación se refiere a mantener las características cuantitativas hacia el cambio de condiciones. La seriación es una secuencia de eventos que cambian de acuerdo con sus propias características. La clasificación permite agrupar por medio de los rasgos del objeto o número.
- c) Componente simbólico: es la habilidad para la utilización de símbolos, signos, esquemas, modelación. Se puede observar en la determinación de un conjunto con una cifra, realizar sumas y restas. **En la solución de problemas se relaciona con la comprensión de textos y del paso del contenido concreto a los símbolos, es decir, traducir el texto a las relaciones matemáticas para llegar a la respuesta final.**

Una vez que el niño cuenta con estos componentes se debe organizar y guiar la forma de aprehensión, esto se puede realizar bajo formas de presentación material, grafica, y, por último, verbal. Estos planos son tomados de la *teoría de la formación por etapas* de Galperin (1976). Este autor mencionaba que los aprendizajes nuevos se adquieren sobre la base de los ya preexistentes. Es necesario la formación de una imagen mental para la consolidación del aprendizaje, dicha imagen será formado por medio de signos y significados externos. Entre otra de sus ideas están la relación entre la acción y la imagen, para él, cualquier acción llevará a la formación de una imagen de su objeto. Con este precepto se derrumbaba la idea de que el ser humano solo aprende por estímulos y asociaciones, sino que necesitaba una representación o imagen externa que más adelante seria interna. Galperin descubrió que la acción debía recorrer por etapas específicas, estas ideas son de gran ayuda para los profesionales de la educación.

Galperin se basó en las concepciones de Vygotsky, las ideas que tomó como pilar fueron las siguientes:

- 1) Los signos funcionan como herramientas psicológicas que elevan y reorganizan los procesos psicológicos en un plano superior
- 2) Las funciones psicológicas superiores son intersíquicas, es decir, mediadas por otros, y en su desarrollo se interiorizan y se regulan por el propio sujeto

Con estas ideas se aproximó a la organización de todas las actividades pedagógicas. Galperin era consciente que el maestro necesitaba una planeación de la actividad y una comprensión de cómo desarrollar las etapas de aprendizaje para obtener resultados más satisfactorios.

Galperin concibió un modelo llamado “Formación de imágenes mentales”, en donde habla de:

- 1) La base orientadora de la acción
- 2) La formación del aspecto material de la acción
- 3) La formación del plano verbal-lingüístico
- 4) La formación de la acción como acto mental o interiorizado

La base orientadora de la acción (BOA) es el tipo de orientación que se le da al sujeto o aquella que el mismo genera. Considerando los objetivos, procedimientos y alcances. Existen tipos de orientación

- a) Orientación de imagen incompleta: El sujeto no forma una imagen orientadora y el orientador no puede dar los elementos para ayudarlo.
- b) Orientación completa: El instructor da una orientación completa de los pasos y del que aprender, el sujeto se apeg a este esquema.
- c) Orientación construida por el sujeto: Se sigue una orientación formada desde el propio sujeto.

La etapa de formación del aspecto material se refiere a las acciones expresadas de manera externa y material. La apropiación del aprendizaje pasa por la manipulación directa de los objetos o alguna representación material. En la etapa de formación del plano verbal-lingüístico las acciones se despliegan verbalmente, existe la separación directa de los objetos. En este plano se llega a tres cambios: a) el sujeto comunica a otros la acción, haciéndolo consciente verbalmente; b) el concepto se constituye en la base de la acción; c) el dominio de esta fase permite a la acción abreviarse y consolidarse.

Por último, la etapa de formación de la acción como acto mental es la expresión mediante el lenguaje interno. De acuerdo con Galperin, en esta etapa se llega a un nivel de reflexión para sí mismo, lo que permite una ejecución más rápida y un mejor análisis. En años posteriores se realizaron adaptaciones a las etapas propuestas por Galperin, en donde se despliegan las acciones (Solovieva, Bonilla & Quintanar, 2008).

Tabla 1. Planos de la formación de la acción

Plano de la acción	Etapa	Objetos de la acción
Material	Externa	Objetos y juguetes reales
Materializada	Externa	Sustitutos concretos de los objetos
Perceptiva concreta	Externa	Dibujos y representaciones de objetos concretos
Perceptiva generalizada	Externa	Dibujos y representaciones de los sustitutos de los objetos
Verbal externa	Verbal	Expresión verbal del adulto
Verbal externa	Verbal	Expresión verbal del niño
Verbal en silencio / para sí mismo	Verbal	En silencio o para si
Mental	Mental	

Información tomada de Solovieva, Bonilla y Quintanar (2008)

Desde el enfoque histórico-cultural específicamente en la solución de problemas aritméticos requiere de distintos andamiajes y la comprensión de la estructura psicológica de

cada problema. Este enfoque nos permite comprender los eslabones del pensamiento desplegados y cuáles son las ayudas necesarias para su enseñanza.

El niño antes de sumergirse a la solución de algún problema aritmético debe tener una necesidad a corto y largo plazo que lo motive a poner su consciencia completa en la actividad, esto dará direccionalidad a los motivos y objetivos. (Tsvetkova,1999). Una vez teniendo la esfera de las motivaciones y necesidades focalizadas, se debe analizar los datos del problema verbalmente o escrito, por ejemplo:

El sábado en el campamento hicimos 46 panqueques. El domingo hicimos sólo la mitad de lo que hicimos el sábado. ¿Cuántos panqueques hicimos en el campamento en los dos días?

Todas las situaciones por resolver contienen información y elementos que se encuentran relacionados, algunos de ellos los podemos encontrar explícitamente, mientras otros quedan como incógnitos. **La respuesta a la pregunta final** deberá ser encontrada estableciendo que información está relacionada con la respuesta final, la tarea del alumno es percatarse de las conexiones lógicas por medio de procedimientos matemáticos (Rosell,2014).

En resumen, de acuerdo con Luria y Tsvetkova (1981) se siguen los siguientes pasos:

- 1.- Análisis dinámico de los datos.
- 2.- Separación de los datos relevantes e irrelevantes.
- 3.- Establecer nexos lógicos entre los datos.
- 4.- Construir un esquema general o plan desplegado de la solución

5.- Realización de operaciones aritméticas correspondientes al plan creado

6.- Verificación de la respuesta final.

Tsvetkova (1999) hace un énfasis en que la elaboración del esquema general depende de factores como:

a) Complejidad del problema aritmético

b) Automatización de los procesos aritméticos (suma, resta, multiplicación y división)

c) Desarrollo de los procesos del pensamiento

d) Plano en el que se resuelven las tareas (materializada, perceptiva, lenguaje externo)

3.6.- Definición de problema aritmético razonado

Antes de pasar a la definición de nuestro tema de interés es importante definir algunos términos procedentes de las matemáticas. La *aritmética se define* como la adición y sustracción de números de un solo dígito, conforme el niño se incluye en la etapa escolar es capaz de establecer estas sumas y restas en su memoria a largo plazo. El *algoritmo computacional* se entiende como la adición, sustracción, multiplicación o división de números enteros, decimales o fracciones. Las dificultades pueden radicar en la falla del procedimiento. La aritmética es la base para el desarrollo del algoritmo computacional. Un problema aritmético verbal o problema razonado matemático se define como una situación presentada lingüísticamente en un solo paso que requiere procedimientos aritméticos para llegar a su solución. Es necesario previamente construir un modelo del problema planteado antes de solucionarlo, en donde se ven implicados distintos procesos cognitivos como: la memoria de trabajo, memoria a largo plazo, atención y concentración, resolución de

problemas no verbales, habilidad lectora, habilidades lingüísticas y formación de conceptos (Fuchs et al.,2006).

Otra definición de *problema aritmético verbal* la podemos encontrar en Agaliotis & Ismirlidou (2018), en la cual se menciona que es un proceso complejo que requiere el adecuado uso de un amplio umbral de habilidades y procesos cognitivos, así como de conceptos, algoritmos aritméticos y de un esquema mental sobre las cuatro operaciones aritméticas básicas (suma, resta, multiplicación y división), es decir, que la aritmética y los algoritmos computacionales son necesarios se encuentren en una fase de automatización para pasar a la resolución de problemas aritméticos verbales .Otros elementos que señala el autor son la organización visuoespacial de la información, la atención y la memoria. Estos procesos psicológicos se activan y juegan distintos roles dependiendo en el paso que se encuentren sobre la resolución de un problema aritmético verbal.

Los problemas aritméticos verbales son un parte vital de las currículas escolares, son un gran reto para los estudiantes, ya que existen distintos métodos para llegar a la respuesta correcta. Para lograr esto se requiere la integración de distintos procesos cognitivos. Se necesita la comprensión del lenguaje para entender la historia del problema, después es necesario traducir la historia a una representación mental, más adelante crear el plan y monitorearlo hasta llegar a ejecutar el procedimiento aritmético seleccionado (Jitendra et al.,2007). En otra investigación también se ha encontrado los mismos resultados con la excepción de que se incluyen más procesos matemáticos (Murphy et al.,2007).

Aunque Luria y Tsvetkova no definen lo que es un problema matemático, si aportan que es parte de una actividad intelectual que debe ser organizada, apoyada en un programa lógico de operaciones con relación entre sí. Además, aportaron una categorización de la

variedad de problemas razonados dependiendo la dificultad. Los autores agrupan ocho tipos de problemas.

Tabla 2

Categorización de problemas aritméticos según Luria y Tsvetkova (1981)

Problemas	Definición	Ejemplo
Problemas simples	Se resuelven con una sola operación aritmética, los datos determinan el algoritmo de solución	Una aldea tenía 48567 habitantes el año pasado y este año tienen 89 654 habitantes. ¿Cuál habrá sido el aumento de los habitantes?
Problemas simples inversos	Se resuelven con una sola operación aritmética pero el enunciado se presenta de manera diferente	Un niño tiene 12 manzanas, le regala algunas a su hermano. Le quedaron 8. ¿Cuántas dio?
Problemas compuestos	Es necesario encontrar el valor del segundo dato y calcular el resultado solicitado	Compré 2 libretas, una a 70 pesos y la otra 5 pesos más cara. ¿Cuánto debo pagar en total?
Problemas de múltiples formas	Se demandan más de dos operaciones aritméticas. El primer resultado da el	Jorge compró un estuche que le costó 56 pesos, una pluma que le costó la mitad

	primer dato para el del sombrero y una libreta siguiente.	que costo el doble que la pluma. ¿Cuál fue el precio de cada artículo?
Problemas compuestos con operaciones adicionales	Las operaciones aritméticas no están en la oración. Son necesarias operaciones auxiliares.	Alberto es tres veces mayor que Julián. Si en 5 años Julián cumplirá 15 años. ¿Cuántos años tiene Alberto en este momento?
Problemas que involucran sistemas de ecuaciones	Tienen más de una incógnita	Una computadora y un mouse cuestan 20,000 pesos, dos computadoras y un mouse cuestan 38,000 pesos ¿Cuánto cuesta una computadora y un mouse?
Problemas de conflicto	La resolución del problema entre en conflicto con un estereotipo.	Un obrero tiene un salario de 120 pesos y envía 70 a su esposa. Hoy envió 30 pesos más. ¿Cuánto le quedará?
Problemas tipos	Es imposible resolver estos problemas sin recurrir a un procedimiento especial	En dos estanterías hay 18 libros en total. En una hay dos más que en la otra.

Esta clasificación permitió a los autores orientar la actividad intelectual y realizarla de manera gradual, mucho del trabajo del sujeto que resuelve estos problemas está en función de cómo interpreta los datos. Esta orientación se basa en analizar la información de datos conocidos y desconocidos y comprobarla. Para cada tipo de problema Luria y Tsvetkova proponen un esquema de acción, apoyado en un conjunto de operaciones y algoritmos (Valdés,2015).

3.7.- Bases cognitivas en la resolución de problemas aritméticos

Se estudió el papel de la memoria de trabajo en distintos procesos aritméticos y en la resolución de problemas verbales, dicho estudio fue basado en el modelo de Memoria de Trabajo de Baddeley y Hitch, el cual incluye 3 componentes; el ejecutivo central encargado del monitoreo y del control de la actividad; el bucle fonológico que sirve de almacenamiento para la información verbal, mientras que la agenda visuoespacial almacena de tipo espacial (Baddeley,2012). Los resultados encontrados fueron que en niños de 7 a 9 años es necesario un papel activo del componente Ejecutivo Central para la realizar la estrategia y mantenerla en el esquema planeado (Metcalf et al,2013).

En los estudios realizados por Luria y Tsvetkova (1981) con pacientes adultos con daño cerebral se encontraron distintos perfiles y ejecuciones en tareas de solución de problemas aritméticos. En los pacientes con lesiones temporo-parieto-occipitales (TPO) existían alteraciones en la comprensión de la estructura lógico-gramatical y al encontrar las operaciones aritméticas necesarias. Se conservan aspectos de la actividad intelectual como la conservación de la pregunta inicial del problema, la orientación en busca de la solución, la corrección de los errores cometidos. Mientras que en los pacientes con lesiones frontales su

alteración se basaba en la desorganización y selección de la información. El paciente pierde la orientación hacia la respuesta correcta, la estructura de solución es dependiente de una organización externa, da respuestas parciales perseverantes.

En resumen, la comprensión del enunciado requiere hacer el análisis lógico gramatical entre las palabras y llegar al sentido de las oraciones, analizar la pregunta planteada, esto será trabajo de los sectores parietales-occipitales. La creación del esquema de solución, su ejecución, control y verificación serán controlados por zonas frontales anteriores.

Existen otras habilidades cognitivas que se han encontrado de vital importancia para el correcto ajuste y entendimiento de esta actividad de pensamiento (solución de problemas verbales aritméticos).

La codificación de palabras se ha demostrado afectada en niños con un neurodesarrollo típico, esto se explica al momento de la presentación de problemas de solución por medio de la lectura (Fuchs et al.,2008). Investigaciones en niños dentro del Espectro Autista se ha encontrado que la comprensión lectora afecta en la habilidad de solución de problemas verbales aritméticos (Whitby & Mancil,2009; Jones et al,2009). Se ha comprobado que los niños con dificultades en la adquisición de la lectura tienen mayor complicación en resolver problemas verbales, mientras que este efecto no se hace visible al momento de hacer operaciones aritméticas simples, la explicación dada por los autores es que los problemas verbales requieren una demanda cognitiva superior (Fuchs & Fuchs,2002)

El vocabulario matemático también es importante, al momento de hacer la traducción del texto o discurso a elementos aritméticos como por ejemplo palabras como: mitad, área,

igual, mas (Brown et al,1994). En el lenguaje matemático se utilizan palabras de uso común, pero con una semántica diferente, este lenguaje requiere precisión y es falto de interpretaciones personales.

La habilidad de resolver problemas de suma, resta, multiplicación y división también es un componente vital para la resolución de problemas verbales. Aunque solo se limita a los problemas que requieren de un solo paso para resolverlo, en los problemas con múltiples pasos o de una complejidad más elevada no es así.

La información irrelevante, el agregar un paso más a la solución y el uso del lenguaje indirecto se ha demostrado que entorpece la resolución de estos problemas, tanto en estudiantes con y sin dificultades en matemáticas, por lo que es necesario que el niño tenga un modo estructurado para abordar estos desafíos (Russell & Ginsburg,1984). Estos datos demostraron como el análisis de estos problemas se hace de una manera inflexible, tomando en cuenta información irrelevante del texto o el discurso.

La importancia de sistematizar esta actividad en los niños es crucial, incluso los programas de educación alrededor del mundo cada vez dan mayor énfasis a la resolución de problemas con un enfoque real a lo que se encontraran en el mundo.

De acuerdo con Nikola y Talizina (2001) es requerido que previamente a la solución de problemas aritméticos verbales, los conceptos sean suficientemente conscientes y generalizados. Para estas mismas autoras este tipo de actividades permite determinar las acciones específicas y analizar la base orientadora. La parte de la aritmética, es decir, la realización de operaciones matemáticas es solo la parte final de un previo análisis de la situación. Un ejemplo de los problemas aritméticos en donde el estudiante debe entender

primero la relación con el concepto es aquellos con contenido de “compra-venta”, el tiempo o la velocidad. Ellas llegan a la conclusión de que las dificultades que surgen en los alumnos durante la solución de los problemas consisten, no en la parte ejecutora aritmética, sino en la parte orientadora, es decir, en el contenido que está fuera de la aritmética.

Nikola y Talizina (2001) señalan que se debe tener no solo una comprensión del concepto, sino de sus relaciones y sus magnitudes. Es importante comprender, si los conceptos o magnitudes participan para sumarse el uno al otro o para restarse, si son parte de este en simultaneo o son de una manera secuencial. Los autores plantean el siguiente ejemplo: *En un rancho, para la alimentación de vacas y caballos prepararon 240,000 kilos de heno. ¿Para cuantos días va a alcanzar el heno, si en un día se gastan 800 kilos de heno para los caballos y 400 kilos de heno para las vacas?* En este tipo de problemas se necesita encontrar la variable tiempo (T) en el transcurso de algún proceso, que en este caso es el gasto de heno. La solución radica en la asimilación de los conceptos básicos que se relacionan con el proceso y sus relaciones funcionales. Después de esto, se debe asimilar el método general de análisis que permitirá establecer un sistema de magnitudes y de las relaciones entre ellas.

Se realizó un experimento de constatación con 20 alumnos de 3ero y 4to grado con dificultades para la aritmética (Nikola & Talizina,2001). Se tenía el objetivo de conocer el nivel de partida de los conocimientos. Lo primero que se hizo fue verificar si tenían los siguientes conceptos:

- 1.- Concepto de velocidad, sus unidades de medición y medios para su determinación
- 2.- Concepto de tiempo y las habilidades para diferenciar el intervalo de tiempo, del momento del tiempo.

3.-Concepto de resultado de un proceso y las unidades para su medición.

Teniendo como resultados que los estudiantes no podían definir ninguno de los conceptos mencionados. Sus intentos de solución eran caóticos y realizaban de manera mecánica las operaciones con los números presentados. Los autores comprobaron que la dificultad estaba en la parte orientadora.

El experimento de enseñanza consistía en formar los conceptos generalizados de las tres magnitudes básicas. Primero se les enseñó el resultado del transcurso de los procesos como podían ser la cantidad de objetos producidos por dos empresas o la distancia en la que se encontraran los trenes. Después se le mostró el tiempo en un transcurso de un proceso. Por último, la velocidad del transcurso de ese mismo proceso.

El segundo paso del programa fue lograr formar las relaciones que existían entre las magnitudes mencionadas (resultado, tiempo y velocidad). Por lo que crearon una fórmula en la cual el resultado (S) es la función del tiempo (T) y de la velocidad (V), teniendo como fórmula: $S = V \times T$. Si fuera necesario buscar otra magnitud solo se sustituye.

La forma de realizar estos primeros dos pasos consistió en introducir solo aquellos problemas aritméticos verbales con un solo participante en el proceso, Después se incluyeron más participantes. El programa de enseñanza se construyó en correspondencia con la teoría de la formación de las acciones mentales por etapas de P. Ya Galperin. La enseñanza fue personalizada.

La formación del concepto del tiempo tenía como objetivos que el niño identificara el inicio y finalización de la medición y distinguir las unidades de tiempo (horas, minutos o segundos). Utilizaron la materialización de las acciones con una línea recta dividida en 24

(número de horas), cada segmento de 1 centímetro correspondía a 1 hora. Entre los ejercicios que se proponían a los escolares era saber cuántas horas pasan desde las 5 a.m. hasta las 10 p.m. El conteo se realizaba de 5 a.m. a las 12 a.m. y después de 12 a.m. a 10 p.m., los resultados se sumaban y ahí estaba la respuesta. Los alumnos al comprender estas tareas pasaron al plano verbal, realizando la tarea en voz alta sin los modelos.

Mientras que, para la formación del concepto de producto, se enfocaba a explicarles a los alumnos la diferenciación del proceso en el tiempo de su transcurso, también a identificar los participantes del proceso, es decir, las fuerzas o elementos que actúan. A los alumnos se les proponía mostrar el tiempo de trabajo, su inicio y su final, además del resultado del trabajo final. Los tipos de problemas que se podían resolver son los siguientes:” El tren recorrió 245 kilómetros durante 4 horas $\frac{1}{2}$ ¿Cuántos kilómetros realizó el tren en 1 hora? Con este esquema se responden las preguntas: 1.- ¿Quién actúa? 2.- ¿Cuánto realiza cierta persona? 3.- ¿Durante que tiempo se realizó?

Al afianzar estos conceptos por las etapas materializadas, se les dio una tarjeta que permitía identificar los elementos del problema, los cuales contenían las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Quién actúa?
- 2.- ¿Qué hace el que actúa? (producto)
- 3.- ¿Cuánto tiempo hace el que actúa? (tiempo)
- 4.- ¿Cuánto hace durante ese tiempo? (velocidad).

Nikola y Talizina (2001) concluyen que “la acción material tiene que ser construida de tal forma que aquella característica o transformación, que queremos identificar, se manifieste claramente”

3.8.- Intervenciones específicas para la resolución de problemas aritméticos verbales

La comunidad de científicos en matemáticas acuerda que en un problema verbal aritmético no se tiene una idea clara del algoritmo a aplicar, es necesario comprender el sentido de la oración y crear un esquema matemático de solución.

En la enseñanza tradicional se les enseña a los estudiantes a tomar ciertas pistas al momento de leer o escuchar un problema, por ejemplo, se les dice que asocien palabras como: *más, menos, todo, entre, etc.* a cierto tipo de operación, esto es incorrecto, ya que muchos problemas no tienen estas pistas y no llevan a desarrollar el razonamiento y la toma de decisiones (Van de Walle, 2004).

Entre las primeras intervenciones propuestas se encuentra la expuesta por Polya (1945), su plan de trabajo se divide en cuatro partes:

- 1.- Comprensión del problema. Se busca que se contextualice el problema por medio de preguntas como: ¿Cuáles son los datos que tienes? ¿Cuál es la pregunta o condición? ¿Esta condición como es?
- 2.- Crear un plan. Se sugiere que se encuentre un problema similar ya resuelto. Se buscará un esquema empleado por alguien más.
- 3.- Ejecución del plan. Llevar a cabo el plan, la autora sugiere que se compruebe paso a paso si se tienen resultados favorables.
- 4.- Verificar la solución obtenida. En esta fase se busca comprobar si la solución puede ser aplicable a otra situación matemática.

Otra propuesta es la de Kintsch (1986) que menciona los términos *texto base* y *modelo situacional*, el primero se refiere a la representación construida en el proceso de comprensión lectora; el segundo se construye para representar la situación descrita en el texto. En el texto base se busca comprender las preposiciones y la semántica contenida en la narración tanto a nivel global como particular. El autor propone que de este apartado se crea una estructura aritmética con sus propias características. El modelo situacional no queda claro en su conceptualización, si se refiere a las relaciones y su objeto o a un esquema creado para su solución. Una vez que el sujeto haya leído la oración durante o al finalizar la lectura tiene que ir formando una representación formal, esto puede ser llevado a cabo por un dibujo, esquema o una ecuación algebraica, lo cual llevara a la solución matemática. Esta representación se hace consideran las variables independientes que se relacionan con la pregunta final a responder. Nesher (2003) realizó esta propuesta para la solución situaciones de multiplicación comparativa en 167 maestros y 132 alumnos de 15 años, encontrándose que con esta intervención se llegaba a la respuesta correcta, aunque el objetivo principal del estudio fue ver los niveles de complejidad de la representación realizada, la cual fue hecha con ecuaciones.

Otro enfoque hacia la solución de problemas matemáticos es **el esquema basado en instrucción**, el cual tiene elementos de las dos soluciones anteriores. La meta de esta estrategia es ayudar a los estudiantes a expandir el dominio de crear y el cómo usar esquemas mentales, dichos esquemas son el vehículo para trasladar lo leído en el texto a una representación, esto ayuda a conocer el tipo de problema, discernir entre la información relevante e irrelevante, determinar lo necesario para su solución y representarlo en un diagrama (Mayer,1999).

Consiste en analizar los esquemas en fracciones y al final en su conjunto, así como encontrar y comprender estas relaciones, por ejemplo, Si se desconoce el todo en el problema, agregar las partes será necesario para resolver el todo; si una de las partes es desconocida, es necesario restar las partes del todo para resolver la parte desconocida.

Agaliotis (2011) propone un esquema de pasos para la solución de problemas:

Fase de traducción: Los elementos individuales del problema se transforman en representaciones cognitivas. Estas representaciones se ven influenciadas por el conocimiento previo de la experiencia.

Fase de integración: Dichas representaciones se combinan en un mapa mental coherente, en donde se toman en cuenta las relaciones entre las situaciones y las acciones mencionadas en el problema

Fase de planeación: Se analizan las acciones a seguir en cuanto a las cantidades y magnitudes pensadas, y después se determina que operación aritmética es requerida para la solución del problema.

Fase de implementación: Involucra la aplicación de los algoritmos y encontrar los resultados.

Fase de control: Se incluye la reflexión y la sensatez de la respuesta

En el contexto de la educación en México se han identificado algunas estrategias que siguen los alumnos, algunas son reflexivas otras irreflexivas entre las que están:

- 1) Seleccionar la operación cuyo significado es apropiado al texto del problema.
- 2) Seleccionar la operación por orientación de una palabra clave.
- 3) Resolver el problema mediante un tanteo apropiado.
- 4) Opera de manera incorrecta con los datos del problema.

Estas metódicas para la resolución de problemas carecen de una estructura precisa y se ha comprobado en población infantil de origen étnico (Garcia & Navarro,2014).

Desde la teoría de la actividad se han hecho esfuerzos por esquematizar una intervención en niños de primaria para la solución de problemas aritméticos. Se ha comprobado como la organización de las acciones por parte del docente puede llevar a mejores resultados, los elementos que se tomaron en cuenta fueron los planos de la acción, desglosar la actividad y utilizar medios de interiorización (tarjetas de orientación). En los resultados los maestros reportaron mejoría en las habilidades lógicas y matemáticas de sus alumnos para la solución de problemas (Rosas & Solovieva,2018).

CAPITULO IV OBJETIVOS E HIPOTESIS

4.1 Objetivo general: Evaluar, analizar y comparar los rendimientos en tareas de conocimiento matemático en una población de 8 niños normo típicos de 3ero a 6to grado de educación básica.

4.2 Objetivo específicos e hipótesis

- a) Analizar los rendimientos en la capacidad para comprender números presentados en forma oral y escrita.
- b) Analizar la habilidad para el cálculo oral y escrito.
- c) Analizar la funcionalidad de los participantes para tareas de contar series numéricas y elementos gráficos.
- d) Comprender el procedimiento realizado en tareas de razonamiento matemático por medio de la resolución de problemas verbales.

Hipótesis: Se encontrarán diferencias significativas en los mecanismos neuropsicológicos ni en la competencia matemática en el grupo 1 (alumnos de 3ero y 4to) y en el grupo 2 (alumnos de 5to y 6to)

Hipótesis nula: No se encontrarán diferencias significativas en los mecanismos neuropsicológicos ni en la competencia matemática en el grupo 1 (alumnos de 3ero y 4to) y en el grupo 2 (alumnos de 5to y 6to)

CAPITULO V METODOLOGÍA

5.1 Diseño

El presente estudio es un diseño de medidas independientes con unas medidas de tendencia central, utilizando una estadística descriptiva con un alcance de investigación explicativo.

5.2 Participantes

Se trabajo con un grupo de 8 niños que cursaban entre los grados de 3ero a 6to de primaria sin retraso en el desarrollo psicológico. Los participantes han tenido su educación básica en escuelas públicas. No se reportaron antecedentes psiquiátricos ni de dificultad académica. Se dividieron

Criterios de inclusión

- Ser alumnos de escuelas públicas.
- Tener calificaciones superiores a 8 en todas sus materias.

Criterios de exclusión

- Presentar dificultad para la lectoescritura y/o el cálculo.
- Tener antecedentes psiquiátricos o de reporte de conducta.

Tabla 3*Características de los sujetos*

Sujeto	R	E	K	A	M	S	C	X
Genero	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Femenino
Edad	8 años	9 años	9 años	11 años	11 años	11 años	12 años	12 años
Grado escolar	3ero	3ero	4to	5to	5to	5to	6to	6to
Lateralidad	Zurda	Diestro	Diestra	Diestro	Diestra	Diestro	Diestra	Diestra

5.3 Instrumentos de medida

- Evaluación Neuropsicológica Infantil “Puebla-Sevilla” (Solovieva & Quintanar,2009): evalúa el estado funcional de los factores neuropsicológicos. Las tareas implementadas para cada factor se muestran en la siguiente tabla

Tabla 4*Evaluación Neuropsicológica Infantil “Puebla-Sevilla”*

Factor neuropsicológico	Tareas
Regulación y control	a) Prueba verbal asociativa b) Prueba verbal de conflicto
Organización secuencial motora	a) Secuencia grafica b) Coordinación reciproca de las manos c) Secuencia motora manual d) Intercambio de posiciones de los dedos e) Reproducción de posiciones de los dedos

Integración cinestésico-táctil	a) Reconocimiento háptico b) Reproducción de posiciones con el aparato fonoarticulador c) Reproducción de series de sílabas d) Reproducción de pares de palabras
Integración fonemática	a) Reproducción de pares de sílabas b) Identificación de fonemas c) Reproducción de series de ritmos d) Dibujo por consigna de niño e) Dibujo por consigna de niña
Perceptivo espacial global	a) Dibujo por consigna de una casa b) Copia de la casa c) Dibujo por consigna de una mesa d) Dibujo por consigna de un reloj e) Dibujo de un reloj indicando una hora f) Comprensión de estructuras lógico-gramaticales complejas
Perceptivo analítico espacial	a) Completar oraciones de acuerdo con el cuadro b) Comprensión de ordenes c) Reproducción de posiciones con el esquema corporal
Retención audio-verbal	a) Retención involuntaria b) Retención voluntaria c) Evocación
Retención visual	a) Reproducción de letras b) Evocación de letras c) Reproducción de figuras d) Evocación de figuras

- Evaluación Neuropsicológica del Éxito Escolar (Solovieva & Quintanar,2012): Está conformada por tareas de lectura, escritura y calculo. Los creadores de la prueba proponen este instrumento como un complemento para la “Evaluación Neuropsicológica Infantil Breve”, mencionada en la parte de arriba. El principal

objetivo es describir el estado funcional de los mecanismos cerebrales que toman parte en el aprendizaje escolar. Las tareas evaluadas se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 5

Tareas realizadas para cada actividad escolar

Escritura	a) Copia y denominación de letras b) Escritura de palabras que inicien con la letra P, B, S y A c) Completar oraciones al dictado d) Identificación de la cantidad de letras en las palabras e) Dictado de oraciones f) Escritura independiente
Lectura	a) Copia y lectura de palabras b) Copia y lectura de oraciones c) Completar oraciones con preposiciones d) Elaboración de frases con preposiciones e) Lectura de texto “la gallina de los huevos de oro” y “el cuervo y las palomas”
Aritmética	a) Contar del 17 al 5 b) Resolución de problemas aritméticos de manera oral c) Resolución de operaciones aritméticas básicas escritas

- Evaluación del conocimiento matemático- Benton-Luria (Chadwick & Fuentes, S/N)

El instrumento tiene como objetivo evaluar la capacidad del niño para comprender los números presentados en forma oral y escrita, realizar cálculo oral y escrito, contar series numéricas y elementos gráficos, y para el razonamiento matemático; y en este sentido está

dirigido principalmente a evaluar el rendimiento en procesos cognoscitivos y de matemáticas dentro del contexto de los programas y contenidos escolares del ciclo de educación básica. El test es para niños de 1ero a 6to de primaria, permite evaluar las dificultades de un niño durante el proceso de aprendizaje de las matemáticas. A continuación, se muestran las tareas evaluadas en la Tabla

Tabla.6

Tareas de la prueba Benton-Luria

Objetivo	Tareas	Instrucciones
Evaluar la capacidad del niño para comprender los números presentados en forma oral y escrita	1) Valoración Cuantitativa de Números Presentados Visualmente	1) “Encierra en un círculo el número mayor de cada pareja”
	2) Escritura de Números al Dictado	2) “Escribe cada número que te voy a dictar”
	3) Copia de Números	3) “Copia estos números en el espacio”
Evaluar la habilidad del niño para el cálculo oral y escrito	4) Calculo oral	4) “Calcula mentalmente las siguientes operaciones y solo escribe el resultado”
	5) Calculo escrito	5) “Resuelve las operaciones escritas en tu hoja de respuestas”
Evaluar la habilidad del niño para contar series numéricas y elementos gráficos	6) Conteo de elementos gráficos Uno a Uno	6) “Anota la cantidad de elementos que hay en cada línea”
	7) Conteo de Series numéricas	7) “Completa las series numérica”

Evaluar la capacidad del niño para el razonamiento matemático	8) Resolución de problemas razonados	8) “Resuelve cada uno de los problemas usando el esquema de identificar datos, identificar la pregunta, realizar la estrategia de resolución, resolver las operaciones y, por último, comprobar el resultado.
---	--------------------------------------	---

5.4 Procedimiento

Los padres de ambos grupos fueron entrevistados con el objetivo de confirmar que no se presentasen antecedentes psiquiátricos, neurológicos o de problemas de aprendizaje, el registro del adecuado desempeño escolar fue demostrado por las boletas de calificación de todos sus grados cursados.

Una vez seleccionados los sujetos de ambos grupos, se les informo al participante y sus familiares la finalidad del estudio, y se solicitó por escrito su consentimiento para participar en el mismo. Posterior a la firma del consentimiento, se realizó la historia clínica y se aplicó la prueba de Evaluación Neuropsicológica del Éxito Escolar (Solovieva & Quintanar,2012), con la finalidad de comprobar si cumplen o no con los criterios de inclusión expuestos en el apartado de participantes. Finalmente se aplicaron las pruebas Evaluación Neuropsicológica Infantil “Puebla-Sevilla” (Solovieva & Quintanar,2009) y Evaluación del conocimiento matemático- Benton-Luria (Chadwick & Fuentes, S/N). Las tres pruebas fueron aplicadas de manera individual, en una sesión de una hora 40 minutos aproximadamente con diez minutos de descanso.

Consideraciones éticas para la realización del presente estudio

En la investigación no existió ningún tipo de riesgo para los participantes, solo se usaron papel y lápiz para llevar a cabo la evaluación neuropsicológica. Por motivos de privacidad los nombres y datos personales de los evaluados fueron sustituidos por la inicial de su nombre.

A los familiares se les pidió que llenaran un consentimiento para que sus hijos participasen en el presente proyecto de investigación. Asimismo, previo a la evaluación se les explicó el propósito del estudio, así como los procedimientos. La participación de los sujetos fue voluntaria, por lo cual, en cualquier momento podían abandonar la evaluación sin mayor complicación, se les informó que todos los datos obtenidos serían de carácter confidencial y solo el evaluador sabría de los mismos.

5.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó la aplicación del Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 22. Las herramientas y técnicas estadísticas utilizadas fueron: tablas de frecuencia y porcentajes para las variables dependientes. Asimismo, se utilizó una estadística no paramétrica a través de la prueba de U de Mann de Whitney. La muestra no superó la prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov ($p < 0.05$) así como la prueba Levene de homogeneidad de varianza ($p < 0.05$)

CAPITULO VI RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación se presentarán de la siguiente forma. Primero se desarrollarán los puntajes obtenidos en la evaluación neuropsicológica infantil “Puebla-Sevilla” (Solovieva & Quintanar,2009), posteriormente se mostrarán los resultados de evaluación neuropsicológica del éxito escolar (Solovieva & Quintanar,2012) y al final la prueba del conocimiento matemático- Benton-Luria (Chadwick & Fuentes, S/N).

Durante la aplicación de las pruebas no se dieron apoyos extras, se buscó que las instrucciones quedasen claras. La puntuación en las pruebas “Puebla Sevilla” y el éxito escolar, consistieron en dar un 1 punto si la ejecución era correcta, rápida y sin ayudas; se asignaba 2 puntos si después de la ayuda la ejecución era correcta y los 3 puntos se daban ante la imposibilidad de realizar las acciones incluso con apoyos. Mientras que en las tareas de Benton-Luria se calificó según lo recomienda el manual, al no tener los puntajes estandarizados se optó por convertirlos a porcentaje de respuestas correctas.

6.1 Análisis cuantitativo

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la prueba “Puebla-Sevilla”, con una descripción sobre las diferencias de ejecución entre los grupos.

Tabla 7*Regulación y control*

	Grupo 1				Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 2	1.33	1	1	0.4714	1.4	1	1	0.4898

La prueba verbal de conflicto fue donde se presentaron mayores complicaciones, donde requirieron un apoyo extra.

Tabla 8*Organización secuencial motora*

	Grupo 1				Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 2	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 3	1	1	1	0	1.2	1	1	0.4
Tarea 4	1	1	1	0	1	1	1	0

Uno de los participantes del grupo 2 requirió del lenguaje externo para realizar la secuencia sin latencias. El grupo 1 fue superior en este rubro.

Tabla 9*Integración cinestésica*

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1.2	1	1	0.4
Tarea 2	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 3	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 4	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 5	1	1	1	0	1.2	1	1	0.4

Se tienen puntajes superiores del grupo 1 sobre el grupo 2. Las tareas en las que fallaron los del grupo 2 fueron en las tareas de reproducción de posición de los dedos en la mano contraria y en la repetición de sílabas y sonidos con cercanía articulatoria.

Tabla 10*Integración fonemática*

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1.2	1	1	0.4
Tarea 2	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 3	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 4	1	1	1	0	1	1	1	0

En la integración fonemática, el grupo 2 estuvo por debajo de la media en la tarea 1 de reproducción de pares de palabras.

Tabla 11

Retención audio-verbal

	Grupo 1				Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1.66	2	2	0.4714	1.6	2	2	0.4898
Tarea 2	1.33	1	1	0.4714	1.4	1	1	0.4898
Tarea 3	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 4	1.33	1	1	0.4714	1.4	1	1	0.4898

En las tareas de evocación involuntaria, voluntaria y con interferencia ambos grupos requirieron apoyo para recuperar la información.

Tabla 12*Retención visual*

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 2	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 3	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 4	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 5	1	1	1	0	1.2	1	1	0.4
Tarea 6	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 7	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 8	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 9	1	1	1	0	1	1	1	0

Las puntuaciones en este factor de retención visual fueron prácticamente similares excepto en la tarea de reconocimiento de serie de figuras. La media del grupo 1 es superior al grupo 2.

Tabla 13*Integración espacial global*

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 2	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 3	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 4	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 5	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 6	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 7	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 8	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 9	2	2	2	0	1.8	2	2	0.4

En la tarea del dibujo del reloj todos los participantes requirieron apoyo para poner la hora en el lugar correcto. Los puntajes son similares en este apartado.

Tabla 14*Integración espacial analítica*

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 2	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 3	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 4	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 5	1	1	1	0	1	1	1	0

Ambos grupos tienen puntaje similar sin errores en ninguna tarea.

Tabla 15*Activación general*

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0

En este factor se repiten las ejecuciones similares en ambos grupos.

- Evaluación Neuropsicológica del Éxito escolar

Tabla 16

Escritura

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 2	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 3	1.66	2	2	0.4714	1	1	1	0
Tarea 4	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 5	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 6	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 7	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 8	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 9	1.66	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 10	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 11	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 12	1.66	1	1	0	1	1	1	0

Los errores del grupo 1 recayeron principalmente en la ortografía. El grupo 2 logro decodificar de mejor manera las palabras y oraciones, incluso en escritura libre.

Tabla 17*Lectura*

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 2	1	1	1	0	1	1	1	0

Ambos grupos tuvieron la capacidad de leer palabras y cuentos cortos con una comprensión adecuada.

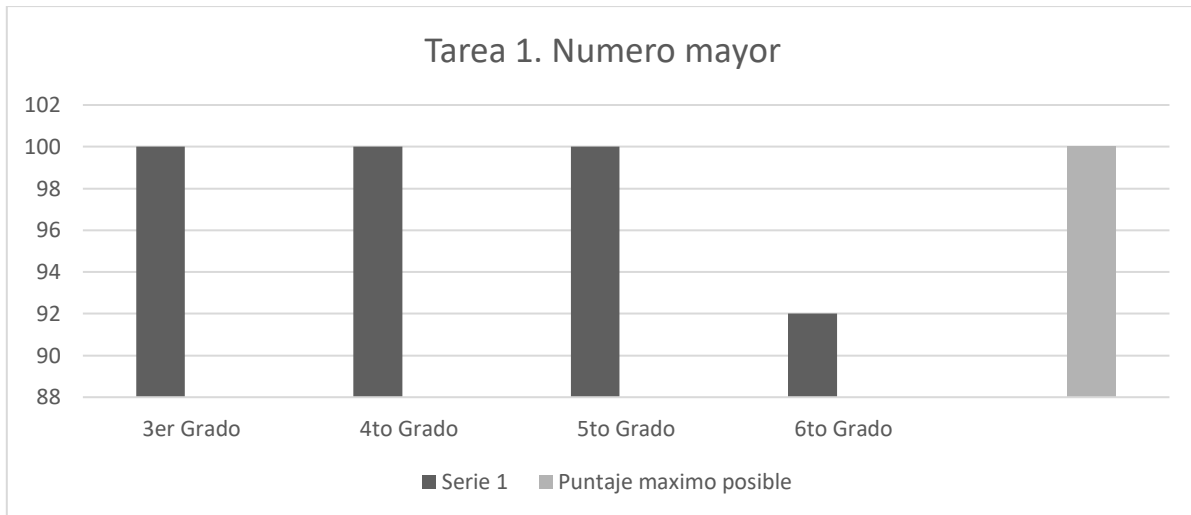
Tabla 18*Aritmética*

Grupo 1					Grupo 2			
	X	Mo	Me	S	X	Mo	Me	S
Tarea 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Tarea 2	1.66	2	2	0.4714	1	1	1	0
Tarea 3	1.66	2	2	0.4714	1	1	1	0

En las tareas de problemas aritméticos y de cálculo mental, los niños de los grados inferiores utilizaron sus propias estrategias como utilizar los dedos para contar. El grupo 2 realizó estas actividades de mejor manera.

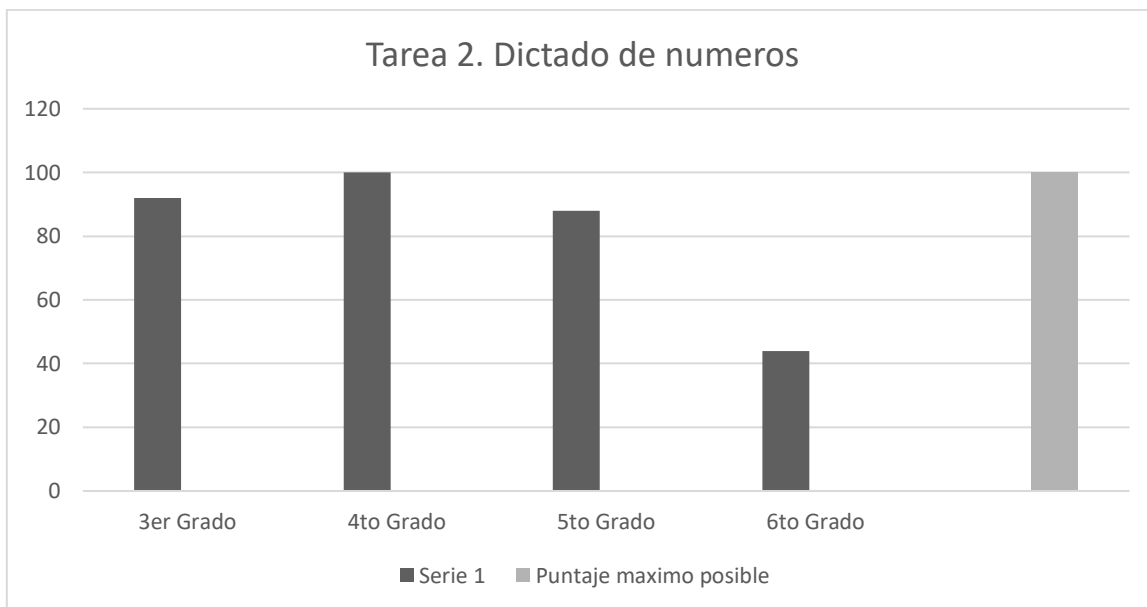
- Evaluación del conocimiento matemático Benton-Luria

Figura 1



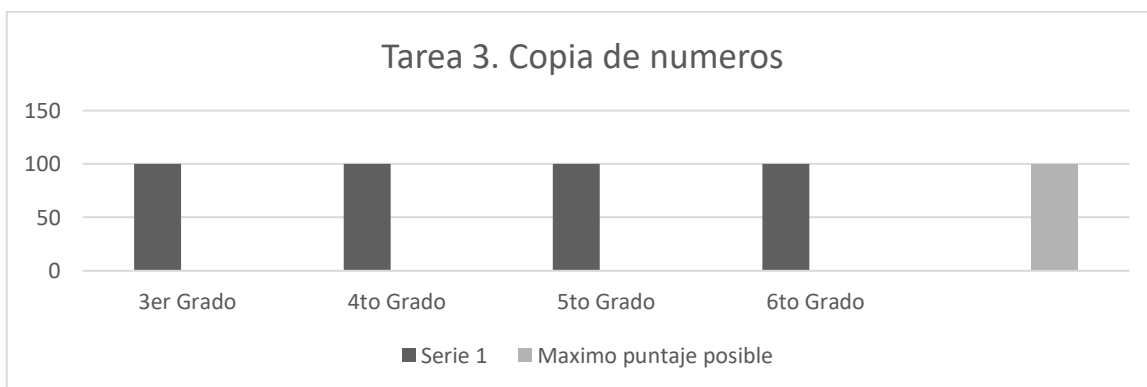
Los grados de 3ero, 4to y 5to de primaria dominan los conceptos de significado de número mayor o número menor, mientras que el grupo de 6to grado tiene un porcentaje de aciertos del 92%.

Figura 2



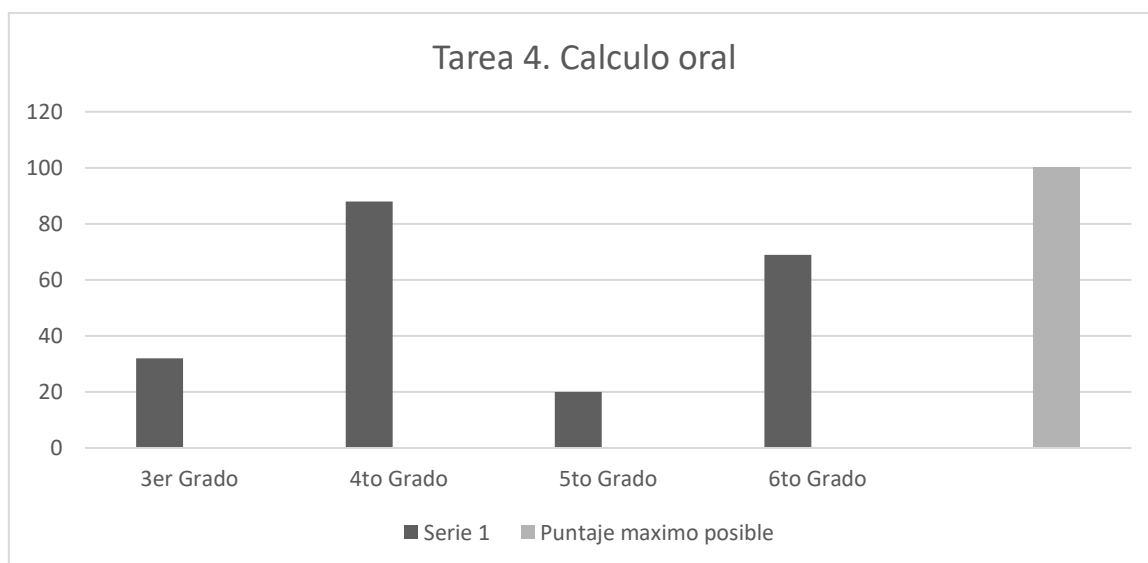
Los alumnos de 4to de primaria obtuvieron una puntuación perfecta. Los alumnos de 3ero de primaria obtuvieron un 92% de respuestas correctas. Los grados 5to y 6to, pertenecientes al grupo 2 tienen puntajes inferiores, sobre todo los niños de 6to de primaria.

Figura 3



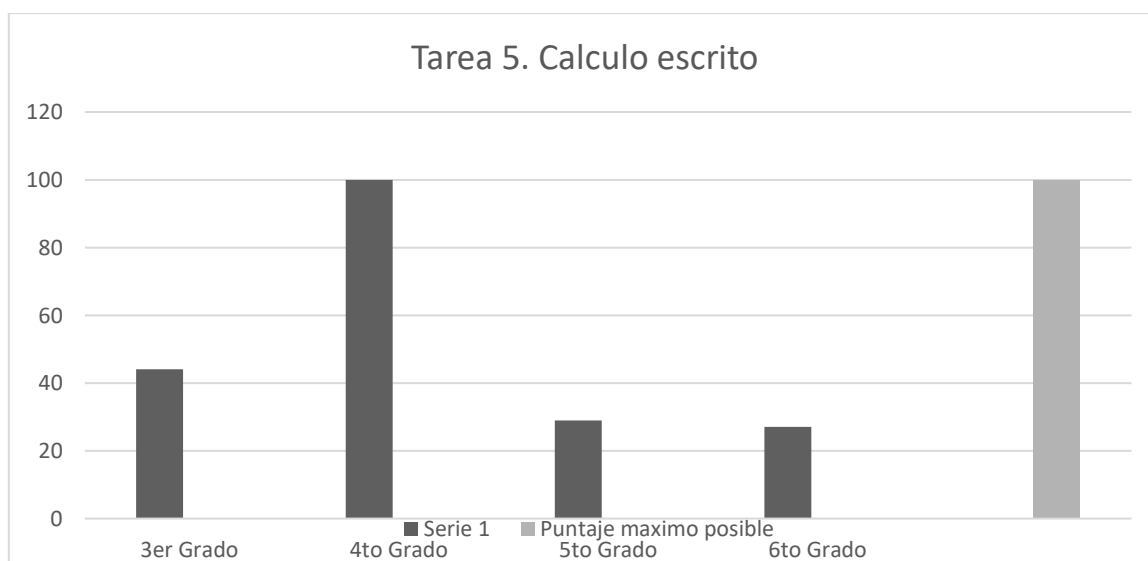
Esta prueba no represento gran dificultad para ninguno de los grupos. Por lo que se tiene el 100% de respuestas acertadas.

Figura 4



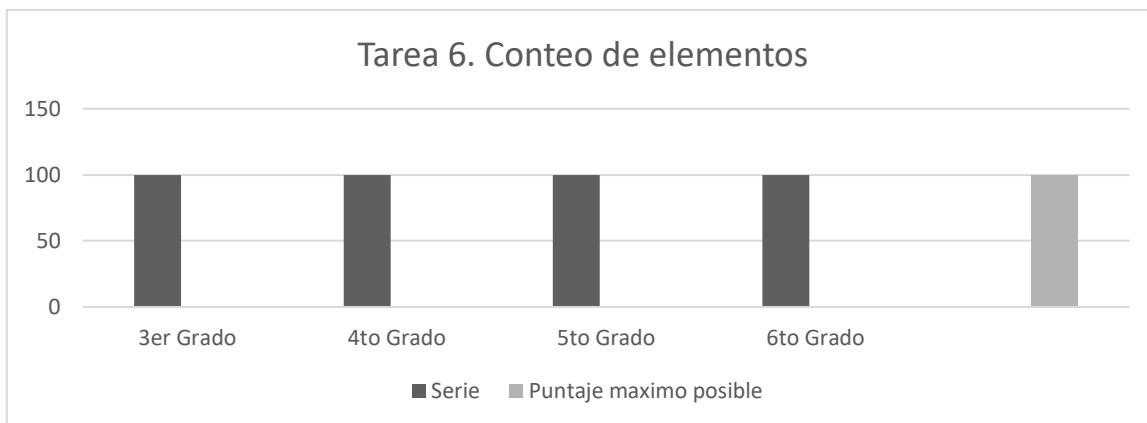
Aquí los resultados fueron variados, siendo el grupo de 4to de primaria con el mayor porcentaje. La media del grupo 1 (3ero y 4to) es superior al grupo 2 (5to y 6to).

Figura 5



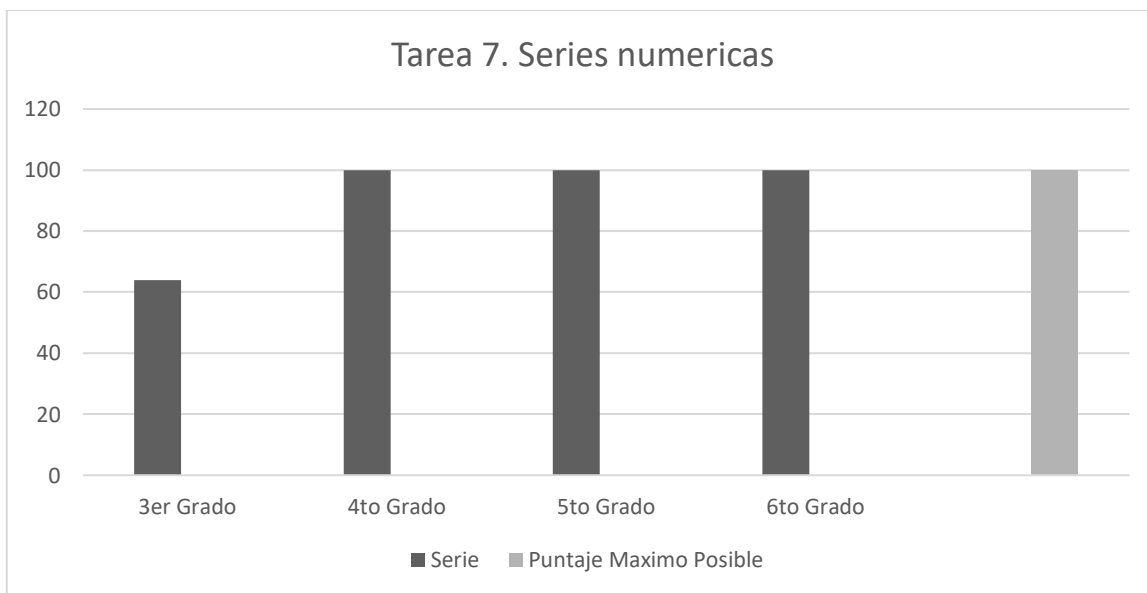
En tareas de cálculo escrito los resultados son similares al cálculo oral. El grupo 1 muestra mayor cantidad de aciertos que el grupo 2.

Figura 6



Los puntajes fueron homogéneos en los cuatro grados. No representó dificultad para los alumnos.

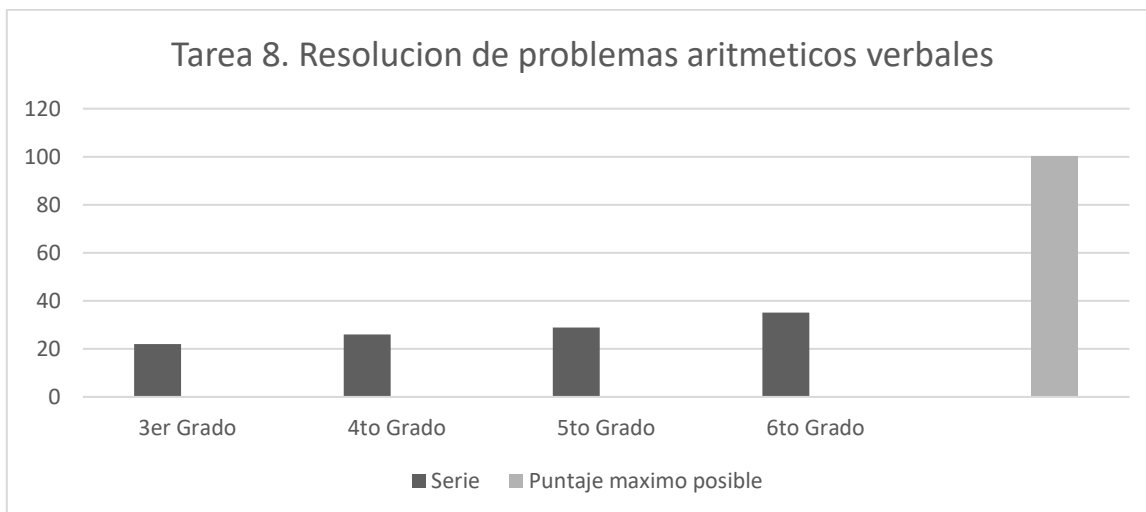
Figura 7



Exceptuando a los estudiantes de 3er grado, los demás tuvieron una ejecución perfecta, lo que pone al grupo 2 por encima del grupo 1.

Figura 8

Resultados específicos de la resolución de problemas aritméticos verbales



Todos los grupos tienen puntajes por debajo de 40%, siendo el grado de 6to el de mayor puntaje. Haciendo la comparación de grupos, es el segundo de estos es que está por encima en las ejecuciones. En el análisis cualitativo se notó que los participantes cuentan con la capacidad de identificar los datos con los que se cuentan, donde empiezan las dificultades es en encontrar cual es la pregunta para responder por lo que no se tiene un procedimiento sobre el como encontrar la respuesta y ejecutan las operaciones aritméticas aleatorias.

CAPITULO VII DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El propósito del presente estudio fue evaluar, analizar y comparar los rendimientos cognitivos en tareas de procesamiento matemático y de evaluación neuropsicológica, de un grupo de 8 niños normo típicos con diferentes grados escolares de educación básica.

Por una parte, el análisis de los resultados obtenidos en tareas de evaluación neuropsicológica mostro que no existen diferencias significativas entre los participantes, de hecho, cada uno de estos, obtuvo el puntaje máximo en cada uno de los apartados que componen las pruebas. Estos hallazgos complementan la investigación realizada por Rojas et al (2014) al describir que niños con bajo rendimiento académico (promedio de calificaciones de 7 y con diagnostico de problemas de aprendizaje), presentan un débil desarrollo funcional de los mecanismos de regulación y control, organización secuencial motora y percepción espacial analítica. Las metodicas de evaluación empleadas por Rojas fueron la prueba “Puebla-Sevilla” y la evaluación del éxito escolar, las cuales coinciden con las utilizadas en la presente investigación. Los resultados de Rojas muestran que los problemas de aprendizaje se asocian a los factores de regulación y control, organización secuencial motora y percepción espacial analítica, por lo que respecta a nuestros datos, no se evidencian alteraciones en el desarrollo funcional de estos mecanismos, lo cual nos permite inferir que, el adecuado nivel de funcionamiento de los factores neuropsicológicos se correlaciona con un adecuado desempeño académico.

Si bien es cierto, los participantes no mostraron la debilidad funcional de ningún mecanismo neuropsicológico y poseen un buen rendimiento en sus actuales grados escolares, la población que se utilizó para este trabajo de tesis no presenta alteraciones

comprobables de aprendizaje y es en cierta medida esperable que los puntajes en las pruebas de los mecanismos neuropsicológicos no se encontraran complicaciones.

Sin embargo, a pesar de que todos los participantes obtuvieron puntajes altos en tareas de evaluación neuropsicológica, ante tareas que evalúan los dominios de lectura y escritura, se observó que los rendimientos cognitivos en procesamiento matemático se encuentran por debajo de lo esperado. Los apartados de la prueba de evaluación del conocimiento matemático Benton-Luria mostraron un puntaje bajo en *dictado de números, calculo escrito, calculo mental y problemas aritméticos verbales*. Los participantes de 5to y 6to presentaron puntajes menores en las tareas de *selección del número mayor, dictado de números, calculo oral y escrito*, mientras que los participantes de 3ero a 4to, solo presentaron un puntaje menor en la *resolución de problemas aritméticos verbales*, del 16% de diferencia en comparación con el grupo 2.

Los factores neuropsicológicos le permiten al niño establecer conjuntos de acciones y operaciones de los aprendizajes escolares. El correcto funcionamiento depende de cómo funcionan uno o varios factores (Solovieva et al,2008.) En esta muestra se tiene un desarrollo funcional en todos los mecanismos neuropsicológicos, pero si se presentan errores en el procesamiento matemático.

De acuerdo con Rosas y Solovieva (2019) para la solución de problemas aritméticos verbales es necesario que el alumno tenga un esquema de acción sobre como afrontar los problemas. En nuestros participantes se observó que esta estructura no estaba presente a pesar de que los niños comprendían los datos y podían realizar las operaciones aritméticas correctamente.

Diversas investigaciones sobre los trastornos del procesamiento matemático sugieren que hay déficits en habilidades cognitivas específicas como: en la memoria de trabajo tanto visoespacial como verbal (Geary et al., 1991). Otro trastorno que suele acompañar a los problemas en matemáticas es la lectura (Rourke,1993). Lo que principalmente se reporta en la literatura son las dificultades visoespaciales (Rourke,1997) vinculado a disfunciones en el hemisferio derecho. Otra teoría que es un híbrido entre problemas de memoria y de viso espacialidad es que se tiene unas dificultades en la representación del espacio, es decir, los niños muestran mayores problemas en recordar números en la memoria visoespacial o en la rotación mental (Reuhkala,2001).

Un reciente estudio de caso ha asociado el factor de análisis y síntesis espaciales al procesamiento matemático en la edad escolar (Borges & Solovieva ,2021). Mientras que los niños utilizados en este trabajo no presentaron alteraciones en la memoria o en el análisis y síntesis espaciales (viso espacialidad), ni en procesos lectoescritores, por lo que las alteraciones del procesamiento matemático no se vieron relacionado con el desempeño en pruebas neuropsicológicas.

En conclusión, los sujetos evaluados presentaron un rendimiento matemático similar que no se explica por causas neuropsicológicas. Se comprueba que los alumnos que están a punto de ingresar a la secundaria no automatizan procesos aritméticos por lo que en pruebas internacionales de evaluación tienen puntajes bajos (PISA, TERCE, Planea).

La comparación de entre grupos permitió observar que se tiene un estancamiento en los procesos matemáticos, es probable que, al aumentar la complejidad de los contenidos al pasar los grados, el estudiante mexicano necesita de acciones pedagógicas de mejor calidad.

Otra de las conclusiones es que el éxito en el área de matemáticas, no está relacionado necesariamente con el buen funcionamiento neuropsicológico. Se asocia más a la interiorización de las acciones de cálculo y pensamiento, que van dando paso a la solución de problemas aritméticos verbales.

Las limitaciones del presente estudio comprenden la gravedad de aplicar estas evaluaciones en plena pandemia de Covid-19. Otro de las limitaciones es la cantidad de participantes que no permite tener datos cuantitativos más fiables.

Referencias

Agaliotis, I. (2011). *Teaching Mathematics in Special Education and Training: Nature and educational implication of the mathematical difficulties*. Grigoris Publications

Agaliotis, I., & Ismirlidou, E. (2018). Comparison of students with non-verbal learning disabilities and students with asperger syndrome in solving word arithmetic problems. *European Journal of Special Education Research*, 3(3), 27-48.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.1211439>

Álvarez Arenal, T., & Conde-Guzón, P. (2009). Formación de Subtipos de Niños con Problemas Escolares de Aprendizaje a Partir de la Evaluación Neuropsicológica, Capacidades Cognitivas y Comportamiento. *Clínica y Salud*, 20(1),19-41.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1806/180613880003>

American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). APA

Antell, S. E., & Keating, D. P. (1983). Perception of Numerical Invariance in Neonates. *Child Development*, 54(3), 695. <https://doi.org/10.2307/1130057>

Apodaca, G., Ortega L., Verdugo, L., y Reyes, L. (2017). Modelos educativos: Un reto para la educación en salud. *Revista Ra Ximhai*, 13 (2), 77-86.

Aponte-Henao, M., & Zapata-Zabala, M. (2013). Caracterización de las funciones cognitivas de un grupo de estudiantes con trastornos específicos del aprendizaje en un colegio de la ciudad de Cali, Colombia. *Psychologia. Avances de la disciplina*, 7(1),23-34.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2972/297226904002>

Ardila, A., & Rosselli, M. (2002). Acalculia and Dyscalculia. *Neuropsychology Review*, 12(4), 179–231. <https://doi.org/10.1023/a:1021343508573>

Avila, A. (2011). En matemáticas...¿qué nos dejaron las reformas de fin de siglo XX? *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*(9), 39-50.

Baddeley, A.D., 2012. Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology* 63, 1–29, <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>

BBC News Mundo. (2019, Diciembre,03). *Pruebas PISA: qué países tienen la mejor educación del mundo (y qué lugar ocupa América Latina en la clasificación)*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-50643441>

Borges, C. & Solovieva, Y. (2021). Efectos de un programa de corrección neuropsicológica en un caso de déficit en la síntesis espacial simultánea en la edad escolar. *Tesis Psicológica*,17(1) X-X. <https://doi.org/10.37511/tesis.v17n1a8>

Buenrostro, A. (2013). Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas en los primeros grados escolares. En J. G. Sánchez Ruiz & E. A. Escoto Córdova (Eds.). *Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: Factores neuropsicológicos, afectivos y socio epistemológicos*. (pp. 73-87).

Butterworth, B. (2005). Developmental dyscalculia. En J. Campbell (Ed.). *Handbook of mathematical cognition*. Psychology Press

Butterworth, B., & Kovas, Y. (2013). Understanding Neurocognitive Developmental Disorders Can Improve Education for All. *Science*, 340(6130), 300-305. <https://doi.org/10.1126/science.1231022>

Campbell, J. I., & Clark, J. M. (1992). Chapter 12 Cognitive Number Processing: An Encoding-Complex Perspective. *The Nature and Origins of Mathematical Skills*, 457–491. [https://doi.org/10.1016/s0166-4115\(08\)60894-8](https://doi.org/10.1016/s0166-4115(08)60894-8)

Castro Cañizares, D., Estévez Pérez, N., & Reigosa Crespo, V. (2009). Teorías cognitivas contemporáneas sobre la discalculia del desarrollo. *Revista de Neurología*, 49(03), 143. <https://doi.org/10.33588/rn.4903.2008488>

Clements, S. (1966). Minimal brain dysfunction in children: Terminology and identifications. Phase one of three-phase project. NINDS Monographs 9 (Public Health Service Bullentin 1415). US Department of Health, Education and Welfare.

Cohen, R. (1961). Dyscalculia. *Archives of Neurology*, 4(3), 301–307. <https://doi.org/10.1001/archneur.1961.00450090067010>

Davis, H., Bryson, S., & Hoy, C. (1992). Case study of language and numerical disability: ¿A sequential processing deficit? *Annals of Dyslexia*, 42(1), 67–89. <https://doi.org/10.1007/bf02654939>

De La Peña Álvarez, C., & Bernabéu Brotóns, E. (2018). Dislexia y discalculia: una revisión sistemática actual desde la neurogenética. *Universitas Psychologica*, 17(3), 1-11. <https://doi.org/10.11144/javeriana.upsy17-3.ddrs>

Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1–2), 1–42. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90049-n](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-n)

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

Dehaene, S. (2001). Precis of The Number Sense. *Mind and Language*, 16(1), 16–36. <https://doi.org/10.1111/1468-0017.00154>

Dehaene, S., & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, 79, 1–37. <https://zoo.cs.yale.edu/classes/cs671/12f/12f-papers/dehaene-consciousness>

Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. *Science*, 284(5416), 970–974. <https://doi.org/10.1126/science.284.5416.970>

Donlan, C. (2007). *Why Is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities*. Paul H. Brookes Publishing

Elkins, J. (2007). Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 40(5), 392-399. <https://doi.org/10.1177/00222194070400050201>

Estudio TERCE 2013. UNESCO. <https://es.unesco.org/fieldoffice/santiago/llece/TERCE2013>

Fuchs, L. S., & Fuchs, D. (2002). Mathematical Problem-Solving Profiles of Students with Mathematics Disabilities with and Without Comorbid Reading Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 35(6), 564-574. <https://doi.org/10.1177/00222194020350060701>

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., Schatschneider, C., & Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29-43. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.29>

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Stuebing, K., Fletcher, J. M., Hamlett, C. L., & Lambert, W. (2008). Problem solving and computational skill: ¿Are they shared or distinct aspects of mathematical cognition? *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 30-47.

<https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.30>

Galaburda, A., Sherman, G., Rosen, G., Aboitiz, E. & Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: Four consecutive patients with cortical abnormalities. *Annals of Neurology*, 18, 222-233.

Garcia, A. M., Aguilera, M. A., Pérez, M. G., & Muñoz, G. (2011). *Evaluación de los aprendizajes en el aula. Opiniones y prácticas de docentes de primaria en México*

<https://historico.mejoredu.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1D410.pdf>

García, J., Navarro, C., & Rodríguez, F. (2014). La resolución de problemas en un contexto Ñuu Savi: un estudio de casos con niños de sexto grado de primaria. *Educación matemática*, 26(1), 127–152. <https://www.redalyc.org/pdf/405/40531694006.pdf>

Geary, D. C., & Brown, S. C. (1991). Cognitive addition: Strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27(3), 398–406. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.3.398>

Geary, D. C., & vanMarle, K. (2016). Young children's core symbolic and nonsymbolic quantitative knowledge in the prediction of later mathematics achievement. *Developmental Psychology*, 52(12), 2130–2144. <https://doi.org/10.1037/dev0000214>

Geary, D. C., Bow-Thomas, C., & Yao, Y. (1992). Counting knowledge and skill in cognitive addition: A comparison of normal and mathematically disabled children. *Journal*

of *Experimental Child Psychology*, 54(3), 372–391. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(92\)90026-3](https://doi.org/10.1016/0022-0965(92)90026-3)

Geary, D. C., Brown, S. C., & Samaranayake, V. A. (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27(5), 787–797. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.5.787>

Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and Arithmetical Cognition: A Longitudinal Study of Process and Concept Deficits in Children with Learning Disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(3), 236–263. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2561>

Gelman, R., & Meck, E. (1983). Preschoolers' counting: Principles before skill. *Cognition*, 13(3), 343–359. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(83\)90014-8](https://doi.org/10.1016/0010-0277(83)90014-8)

Grabner, R. H., Ansari, D., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F., & Neuper, C. (2009). To retrieve or to calculate? Left angular gyrus mediates the retrieval of arithmetic facts during problem solving. *Neuropsychologia*, 47(2), 604–608. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.10.013>

Hanich, L. B., Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 615–626. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.615>

Harmony, T., Fernández, T., Silva, J., Bosch, J., Valdés, P., Fernández-Bouzas, A., Galán, L., Aubert, E., & Rodríguez, D. (1999). ¿Do specific EEG frequencies indicate

different processes during mental calculation? *Neuroscience Letters*, 266(1), 25–28.

[https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(99\)00244-x](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(99)00244-x)

Jacobovich, S. (2001). Modelos actuales de procesamiento del número y calculo. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 7, 21–31. <https://www.revneuropsi.com.ar/>

Jitendra, A. K., Griffin, C. C., Haria, P., Leh, J., Adams, A., & Kaduvettoor, A. (2007). A comparison of single and multiple strategy instruction on third-grade students' mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 99(1), 115-127.

<https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.1.115>

Jones, C. R. G., Happé, F., Golden, H., Marsden, A. J. S., Tregay, J., Simonoff, E., Pickles, A., Baird, G., & Charman, T. (2009). Reading and arithmetic in adolescents with autism spectrum disorders: Peaks and dips in attainment. *Neuropsychology*, 23(6), 718-728.

<https://doi.org/10.1037/a0016360>

Jonides, J., & Smith, E. E. (1997). The architecture of working memory. In M. D. Rugg (Ed.), *Cognitive neuroscience* (pp. 243–276).

Juárez, M. & Arredondo, M. (2017). Las competencias matemáticas de los docentes de Francia y de México. *Voces de la Educación*. 2 (1) pp. 70-79.

Kintsch, W. (1986). Learning from Text. *Cognition and Instruction*, 3(2), 87-108.

https://doi.org/10.1207/s1532690xci0302_1

Klein, A., & Starkey, P. (1987). The origins and development of numerical cognition: A comparative analysis. En J. A. Sloboda & D. Rogers (Eds.), *Keele cognition seminars, Cognitive processes in mathematics* (p. 1–25). Clarendon Press/Oxford

University Press

Kosc, L. (1974). Developmental Dyscalculia. *Journal of learning disabilities*, 7, (164-167)

Kussmaul, A. (1877). Diseases of the nervous system and disturbances of speech. En H. von Ziemssen (Ed.) *Cyclopedia of the practice of medicine* (pp.770–778). William Wood.

Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8–9-year-old students. *Cognition*, 93(2), 99–125.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.11.004>

Lázaro García, E. M., Rojas Cervantes, J., Solovieva, Y., & Quintanar Rojas, L. (2015).

Mecanismos neuropsicológicos de los problemas en el aprendizaje: datos de una muestra mexicana. *Revista de la Facultad de Medicina*, 62(3), 429–438.

<https://doi.org/10.15446/revfacmed.v62n3.44211>

Lopera, F. (2002). Dificultades del aprendizaje. En R. Díaz & W. Cornejo (Eds.). *Neurología Infantil* (pp. 224- 242) Universidad de Antioquia

Luria, A. R. & Tsvetkova, L. S. (1981). *La resolución de problemas y sus trastornos*. Fontanella, S. A.

Malpica, F. (2017). Claves para hacer realidad el nuevo modelo educativo en México. <http://elmundodelaeducacion.mx/revista/opinion/item/claves-para-hacer-realidad-el-nuevo-modelo-educativo-en-mexico>

Mandal, A. (2019,). Teorías de la dislexia. News-Medical. <https://www.news-medical.net/health/Dyslexia-Theories.aspx>.

Mateos, Mateos, R. (2009). Dificultades de Aprendizaje. *Psicología Educativa*, 15(1), 13-19

Mateos, R., & López, C. (2011). Dificultades de aprendizaje. Problemas del diagnóstico tardío y/o infradiagnóstico. *Revista Educación Inclusiva*, 4(1), 103-111.
<http://www.ujaen.es/revista/rei/linked/documentos/documentos/12-7.pdf>

Mayer, R. E. (1999). *The promise of educational psychology: Vol. 1. Learning in the content areas*. Merrill Prentice Hall.

McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44(1-2), 107-157. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90052-j](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90052-j)

McCloskey, M., Aliminosa, D., & Sokol, S. M. (1991). Facts, rules and procedures in normal calculation: Evidence from multiple single-patient studies of impaired arithmetic fact retrieval. *Brain and Cognition*, 17(2), 154-203. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(91\)90074-i](https://doi.org/10.1016/0278-2626(91)90074-i)

McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4(2), 171-196. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(85\)90069-7](https://doi.org/10.1016/0278-2626(85)90069-7)

Metcalf, A., Ashkenazi, S., Rosenberg, M., & Menon, V. (2013). Fractionating the neural correlates of individual working memory components underlying arithmetic problem-solving skills in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 6, 162-175.
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2013.10.001>

Moyer, R. S., & Landauer, T. K. (1967). Time required for Judgements of Numerical Inequality. *Nature*, 215(5109), 1519–1520. <https://doi.org/10.1038/2151519a0>

Murphy, M. M., Mazzocco, M. M. M., Hanich, L. B., & Early, M. C. (2007). Cognitive Characteristics of Children with Mathematics Learning Disability (MLD) Vary as a Function of the Cutoff Criterion Used to Define MLD. *Journal of Learning Disabilities*, 40(5), 458-478. <https://doi.org/10.1177/00222194070400050901>

Nacional Joint Comitee on LD. (1988). Letter to NJCLD member organizations. Author.

Naidoo, S. (1972). *Specific dyslexia*. Pitman.

Nesher, P., HersHKovitz, S., & Novotna, J. (2003). Situation model, text base and what else? Factors affecting problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 52(2), 151-176. <https://doi.org/10.1023/a:1024028430965>

OCDE (2017), Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar, OECD Publishing, Paris

Odegard, T., Ring, J., Smith, S., Biggan, J. & Black, J. (2008). Differentiating the neural response to intervention in children with developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 58

Ostad, S. A. (1999). Developmental progression of subtraction strategies: a comparison of mathematically normal and mathematically disabled children. *European Journal of Special Needs Education*, 14(1), 21–36. <https://doi.org/10.1080/0885625990140103>

Piaget, J (2001). *La formación de la Inteligencia*.

Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y Aprendizaje*, 4(sup2), 13–54.
<https://doi.org/10.1080/02103702.1981.10821902>

Piaget, J. (1988) Piaget en el aula. Autores Varios. Cuadernos de Psicología. N.º 163

Pimentel Elbert, M. J., & Córdova Tamayo, T. K. (2019). Evaluación Neuropsicológica en Educación Básica para la Detección de Trastornos Asociados al Neurodesarrollo. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 2(2), 45-50.
<https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/217>

PLANEA, (2015). Resultados Nacionales 2015. Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes. Instituto Nacional para la Evaluación de la educación INEE.
<http://www.inee.edu.mx/index.php/planea>

Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2 ed.) Doubleday Anchor Books.
<https://math.hawaii.edu/home/pdf/putnam/PolyaHowToSolveIt.pdf>

Price, G., & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, Causes, and Treatments. *Numeracy*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.6.1.2>

Prieto-Corona, B., Rodríguez-Camacho, M., Silva-Pereyra, J., Marosi, E., Fernández, T., & Guerrero, V. (2010). Event-related potentials findings differ between children and adults during arithmetic-fact retrieval. *Neuroscience Letters*, 468(3), 220–224.
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.10.094>

Pringle Morgan, W. (1896). *A case of congenital word blindness*. The Lancet, 1378

Reuhkala. (2001) Mathematical Skills in Ninth-graders: Relationship with visuo-spatial abilities and working memory, *Educational Psychology*, 21(4), 387-399, DOI: [10.1080/01443410120090786](https://doi.org/10.1080/01443410120090786)

Riol, J., Gómez, N., Garzón, L., Colomina, K., & Rodriguez, Y, (2017). Síndrome de Gerstmann completo. *Revista Cubana de Medicina*, 56(1), 81-84.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232017000100009&lng=es&tlng=es.

Rivera, Y. R., & Solovieva, Y. (2019). Organización de la enseñanza de la solución de problemas aritméticos. *Revista Obutchénie*, 723–739.
<https://doi.org/10.14393/obv2n3.a2018-47442>

Rosell-Becerril, H. (2014). Estrategias de intervención-rehabilitación en las dificultades con el aprendizaje de las matemáticas. En E. Escoto Córdova, & J. Sanchez (Eds.). *Estructura psicológica de la solución de problemas aritméticos* (pp. 63-71)

Rosenberger, P. (1989): Perceptual-motor and attentional correlates of developmental dyscalculia. *Annals of Neurology*, 26, 216-220

Rosselli, M. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Editorial El Manual Moderno.

Rosselli, M., Ardila, A., Matute, E., & Inozemtseva, O. (2009). Gender Differences and Cognitive Correlates of Mathematical Skills in School-Aged Children. *Child Neuropsychology*, 15(3), 216-231. <https://doi.org/10.1080/09297040802195205>

Rourke, B. P. (1993). Arithmetic Disabilities, Specific and Otherwise. *Journal of Learning Disabilities*, 26(4), 214–226. <https://doi.org/10.1177/002221949302600402>

Rourke, B. P., & Conway, J. A. (1997). Disabilities of Arithmetic and Mathematical Reasoning. *Journal of Learning Disabilities*, 30(1), 34–46.
<https://doi.org/10.1177/002221949703000103>

Rugani, R., Fontanari, L., Simoni, E., Regolin, L., & Vallortigara, G. (2009). Arithmetic in newborn chicks. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1666), 2451–2460. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.0044>

Russell, R. L., & Ginsburg, H. P. (1984). Cognitive Analysis of Children's Mathematics Difficulties. *Cognition and Instruction*, 1(2), 217-244.
https://doi.org/10.1207/s1532690xci0102_3

Salmina, N. G., & Filiminova, O. G. (2000). *Problemas en el aprendizaje de las matemáticas básicas y su corrección*. Instituto Universitario de Estudios avanzados. Centro regional para el desarrollo de las habilidades cognitivas.

Secretaría de Educación Pública. (2000). Libro para el maestro. Matemáticas Cuarto grado.

Secretaria de Educación Pública. Aprendizajes Claves para la Educación Integral. México: SEP,2017

Shalev, R. S., Auerbach, J., & Gross-Tsur, V. (1995). Developmental Dyscalculia Behavioral and Attentional Aspects: A Research Note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36(7), 1261–1268. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1995.tb01369.x>

- Shalev, R., Manor, O., Amir, N., Wertman-Elad, R., & Gross-Tsur, V. (1995). Developmental Dyscalculia and Brain Laterality. *Cortex*, 31(2), 357–365.
[https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(13\)80368-1](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(13)80368-1)
- Solovieva, Y., & Quintanar, L. (2020). Las acciones mentales y el problema de las etapas de su formación: siguiendo a Galperin y Talizina. *Revista Obutchénie*, 4(1), 59-85.
<https://doi.org/10.14393/obv4n1.a2020-56472>
- Solovieva, Y., Bonilla, M., & Quintanar, L. (2008). Aproximación histórico-cultural: Intervención en los trastornos del aprendizaje. En J. Eslava Cobos, L. Mejía, L. Quintanar, & Y. Solovieva. *Los trastornos del aprendizaje* (pp. 227-266)
- Strang, J. & Rourke, B. (1985). *Arithmetic disabilities subtypes: The neuropsychological significance of specific arithmetic impairment in childhood*. The Guilford Press
- Talizina, Nina (2009). La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza. México: BUAP.
- Temple, C. M. (1991). Procedural Dyscalculia and Number Fact Dyscalculia: Double Dissociation in Developmental Dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology*, 8(2), 155–176. <https://doi.org/10.1080/02643299108253370>
- Tressoldi, P. E., Rosati, M., & Lucangeli, D. (2007). Patterns of Developmental Dyscalculia With or Without Dyslexia. *Neurocase*, 13(4), 217–225.
<https://doi.org/10.1080/13554790701533746>
- Tsvetkova, L. (1999). Neuropsicología del intelecto. México; UAEM

Valdés Morales, R. (2015). Los problemas aritméticos de enunciado verbal según Luria y Tsvetkova al finalizar primer ciclo de enseñanza básica en escuelas municipales de la comuna de Talca. *Perspectiva Educacional*, 54(2), 92-108.

<https://doi.org/10.4151/07189729-vol.54-iss.2-art.317>

Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (5th ed.).: Allyn & Bacon

Vargas, R. (2013). Matemáticas y neurociencias: una aproximación al desarrollo del pensamiento matemático desde una perspectiva biológica. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 36, 37–46.

<http://funes.uniandes.edu.co/16071/1/Vargas2013Matem%C3%A1ticas.pdf>

Vygotski, L. S. (1995). Obras escogidas, tomo III. *Visor*.

Whitby, P. J. S., & Mancil, G. R. (2009). Academic achievement profiles in children with high functioning autism and Asperger syndrome: A review of the literature. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 44(4), 551–560.

Xu, F., & Spelke, E. (2000). Large number discrimination in 6-month old infants. *Cognition*, B1-B11. <https://www.harvardlds.org/wp-content/uploads/2017/01/xu2000b-1.pdf>

Zhou, X., Booth, J. R., Lu, J., Zhao, H., Butterworth, B., Chen, C., & Dong, Q. (2011). Age-Independent and Age-Dependent Neural Substrate for Single-Digit Multiplication and Addition Arithmetic Problems. *Developmental Neuropsychology*, 36(3), 338–352. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.549873>