



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas
Departamento de Ciencias Ambientales**

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

**Características neuropsicológicas de
los niños con trastorno de cálculo**

Tesis

que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO
(OPCIÓN NEUROCIENCIAS)**

presenta

Noemí Alejandra Pinto Rodríguez

Comité tutelar

Dra. Esmeralda Matute Villaseñor (Directora)

Dr. Daniel Zarabozo Enríquez de Rivera

Dr. Emilio Gumá Díaz

Mtro. Sergio Meneses Ortega

Guadalajara, Jalisco

Mayo de 2006

“Ama no solo lo que eres,
sino lo que puedes llegar a ser”

Gracias Padre mío, porque me haz llenado de bendiciones y rodeado de gente tan maravillosa, gracias por sostenerme y llevarme en tus brazos en tiempos difíciles, por concederme la sonrisa de mis niños, el aroma de las flores, la luz de cada día.....la vida.

Dedico de forma especial este trabajo a mis hijos Víctor, Lalito y Morena por ceder con amor y paciencia su tiempo para que su mamá alcanzara este sueño: porque sus sonrisas me inspiran, sus manos me llenan de energía, sus problemas me generan la necesidad de saber más y sus sueños tranquilos me invitan a devolver a la vida un poco de lo que se me ha dado. Los amo.

A mi madre, quien como digno pilar mantiene firme a una familia y alberga con amor las necesidades de sus hijos y cobija a sus nietos.

A mi padre, quien a pesar de las adversidades ha sabido nadar, en su silencio ha sabido escuchar y en la distancia encuentra la forma de estar conmigo.

A mis hermanos Claudia, Nancy, Gaby y Joel por creer en mí, por considerar que vale la pena escuchar, apoyar, darme tiempo y paciencia tanto en la alegría como en todo momento difícil.

A mis amigas Teresita y Olga, por apoyarme cuando la tempestad arrecia, por sostenerme cuando quería soltar, por impulsarme cuando me daba por vencida, por escucharme cuando necesitaba desahogar, por estar ahí a pesar de todo.

A mis compañeros de laboratorio Ana Paula, Coti, Lupita, Omar, Jeannette y Ana Luisa por compartir tantas aventuras.

A mis maestros:

A la Dra. Esmeralda Matute, por permitirme conocer que es posible integrar a la profesionista, a la madre y esposa en la misma mujer a través de su contacto diario, de su paciencia (que espero no haber agotado), del esfuerzo de todos los días. Mil gracias.

Al Mtro. Sergio Meneses, porque siempre estuvo en la disponibilidad de ayudar y escuchar mis inquietudes, porque con su objetividad me ayudó a aterrizar las ideas y con su conocimiento iluminar mi camino.

Al Dr. Daniel Zarabozo por no perder la esperanza ni la fe en sus alumnos, por pensar que vale la pena el esfuerzo de sembrar y no precisamente en el desierto.

Al Dr. Emilio Gumá que me enseña que el silencio vale más que mil palabras.

Con mucho cariño les agradezco a cada uno de los niños y niñas que con alegría y disposición me regalaron un tiempo de su vida, me enseñaron algo más que ciencia y otorgaron amor incondicional a un extraño.

Y por supuesto a esas madres que en la esperanza de que sus hijos tengan un mejor mañana buscan la oportunidad hoy y me abrieron sus puertas.

A los directores y maestros de las escuelas, quienes dispusieron un espacio y tiempo para esta investigación.

ABSTRACT

Mathematical disorder (MD) is a specific learning disability that have been less studied than others (reading or spelling), overall in latinoamerican population and from partial perspectives. The prevalence of MD in the school population ranges from 2-8% and exhibit comorbid with other disabilities like reading or attention deficit hyperactivity disorder and some authors form subgroups: some of them from calculation errors and others from associated cognitive features. The present research attempt to obtain a neuropsychological characteristics from children with MD in a Mexican sample.

The sample consist in 30 children of fifth and sixth degrees in elementary public school with MD (DSM-IV) and 30 controls matched for chronological age, gender and scholaryty. To evaluated the arithmetic ability we used the WRAT3. To obtain the IQ we used a schort WISC-RM form.

We used a t- test for the groups comparisons, using the WISC-RM and ENI (Evaluación Neuropsicológica Infantil) scores. The significantly differences between groups were in all IQ scores (verbal, performance and total), just in coding and block design from the performance subtests and almost all the verbal subtests (except comprehension).

The ENI scores had significantly differences in memory, language, reading, writing, attention, spatial, conceptual and metalinguistics awareness abilities. In executive functions the differences were in graphic fluency.

From the sample with MD, 11 children have reading disability and the neuropsychological characteristics don't change. Any child from our sample had behavior problems using the Conners scale.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
SECCION I Antecedentes teóricos	
1. QUE SON LOS TRASTORNO DE CÁLCULO	7
1.1 Terminología	7
1.2 Definición	8
1.3 Prevalencia	11
1.4 Comorbilidad y etiología	12
1.5 Incidencia de acuerdo al género	13
1.6 Edad de diagnóstico	13
2. ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS DEL CÁLCULO	14
2.1 Modelos cognoscitivos del procesamiento numérico	14
2.2 Modelos de desarrollo de las matemáticas y sus trastornos.	18
2.3 Subtipos trastornos en el cálculo	19
2.1.1 De acuerdo a errores en la tarea	20
2.1.2 De acuerdo a los déficits cognoscitivos asociados	22
2.4 Aspectos neuroanatómicos y trastorno de cálculo	25
2.5 Síndrome de Gerstmann	30
2.6 Hallazgos Neurofisiológicos	31
SECCION II Trabajo experimental	
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	35
4. METODOLOGÍA	37
4.1 Sujetos	37
4.1.1 Materiales para la selección de la muestra	37
4.1.2 Procedimiento para la selección de la muestra	38
4.1.3 Evaluación de las habilidades de cálculo (WRAT3)	39
4.1.4 Evaluación del CI	43
4.2 Material	45
4.3 Variables	47
4.4 Procedimiento	48

4.5 Análisis estadístico	49
5. RESULTADOS	49
5.1 Resultados del WISC-RM	49
5.2 Resultados de la ENI	50
5.3 Resultados del Cuestionario de Conners	57
5.4 Resultados del Test de "Bongo y las Zarzamoras"	58
SECCION III Discusión y conclusiones	
6. DISCUSIÓN	61
7. CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	
A1. Wide Range Achievement Test 3 –WRAT3 forma "azul"	85
A2. Reactivos de la sección oral del WRAT3	87
A3. Texto "Bongo y las Zarzamoras"	89
A4. Cuestionario de Conners para Maestros	91

INTRODUCCION

El trastorno de cálculo limita la adquisición satisfactoria de las habilidades necesarias para la comprensión, manipulación, escritura, lectura y resolución de tareas que requieren el manejo numérico. Aun cuando, tienen un gran impacto en el desempeño escolar y posteriormente en la vida laboral, ha sido relativamente poco estudiado. Lo anterior probablemente es debido, por lo menos en parte a que su prevalencia en la población escolar es baja y con mucha frecuencia, este trastorno se encuentra asociado a otros trastornos de aprendizaje (como los de lectura o escritura) o conductuales (trastorno por déficit de atención con hiperactividad) lo que hace difícil su identificación.

Más aún, se ha encontrado que el bajo desempeño en tareas de cálculo, en esto niños, se encuentra asociado a bajos desempeños en tareas que evalúan otras áreas cognitivas tales como memoria, lenguaje, visoespaciales, etc. Sin embargo, el perfil global, cognoscitivo y conductual, de estos niños ha sido poco atendido.

En específico, para indagar sobre las características propias al trastorno de cálculo en la realización de tareas de esta índole, se ha procedido de diferentes maneras, una de ella ha sido el análisis de errores de acuerdo al tipo de tarea tanto en niños con trastorno de cálculo como con lesión cerebral. Es innegable que parte de los grandes avances que se dieron en la comprensión del cálculo surgen de la observación y estudio de los pacientes cerebro lesionados tanto en adultos como niños, ya que arrojan luz sobre las posibles estructuras corticales que se encargan de las diferentes tareas del cálculo. Es inclusive, en función de dicha postura que algunos autores proponen una subclasificación de los trastornos del aprendizaje considerando los aportes de esta área.

El trastorno de cálculo ha sido abordado desde diversas ramas de la psicología tales como la psicología educativa, psicología cognitiva y neuropsicología bajo intereses muy diversos entre los que se incluye el conocer la prevalencia, la existencia de subtipos, comorbilidad, etc. La mayoría de los estudios reportados son realizados en otras culturas o países con idiomas y métodos educativos diferentes y son escasos los estudios realizados en

población mexicana. Dado lo anterior, uno de los puntos importantes que aporta el presente reporte es el estudiar las características cognoscitivas a partir de la aplicación de una batería neuropsicológica completa en nuestra población.

Por lo tanto, la presente investigación pretende aportar conocimiento sobre el perfil de funciones cognoscitivas y ejecutivas que se asocian con la dificultad para adquirir las habilidades en el cálculo, desde una perspectiva general.

Para ello, organizamos el escrito abordando en la primera sección los antecedentes teóricos del trastorno de cálculo como resultado de los trabajos que se han realizado sobre este tema en las últimas décadas. Inicialmente, se pretende describir este trastorno, analizar los términos existentes para nombrarlo los cuales han variado a lo largo de la historia, para posteriormente plantear la definición a partir de la cual se pretende abordarlo. Se retoman estudios sobre la prevalencia del trastorno y su comorbilidad con otros trastornos.

Enseguida, dentro del capítulo titulado “aspectos neuropsicológicos del cálculo”, se analizan las clasificaciones de las alteraciones en el cálculo que realizan diversos autores a lo largo de la historia, de los subtipos de trastornos en el cálculo los cuales pueden ser ubicados en uno de 2 grandes subgrupos: por una parte están aquellas propuestas que abordan la clasificación partiendo de los errores que comenten los niños al resolver tareas de cálculo y por la otra, aquellas en las que se agrupan de acuerdo a las funciones cognoscitivas alteradas.

Así mismo, se aborda el análisis de investigaciones realizadas en el área de los pacientes con lesiones cerebrales tanto adultos como niños así como los modelos cognoscitivos que se derivan de ello. Para terminar con la consideración de los síndromes propuestos en el área del cálculo.

Dentro de la segunda sección se exponen los aspectos metodológicos incluyendo el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, las hipótesis, las variables, el análisis estadístico y los materiales. Se incluye una descripción detallada de los procedimientos de selección de la muestra partiendo desde el uso del WRAT3 por las implicaciones que tiene en nuestra población,

así como de la evaluación de la inteligencia a través del WISC-RM.

Al finalizar la sección se presentan los resultados, para que en la última parte se aborde la discusión de los resultados comparando con lo que en otras investigaciones se ha reportado, posteriormente se plantea la conclusión y preguntas cuyas respuestas quedan asociadas a futuras investigaciones.

SECCION I

ANTECEDENTES TEÓRICOS

- 1. QUÉ ES EL TRASTORNO DE CÁLCULO**
- 2. ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS DEL
CÁLCULO**

1. ¿QUÉ ES EL TRASTORNO DE CÁLCULO?

Es común encontrar, dentro de la población escolar, niños cuyo desempeño nos desconcierte, ya que a pesar de tener condiciones educativas similares a las de sus pares y un nivel intelectual promedio, su rendimiento dentro de un área académica particular se encuentra por debajo de lo esperado, a la vez que en otras áreas pueden rendir de forma adecuada.

Cuando esto se presenta, se dice que estos niños tienen un trastorno de aprendizaje, el cual está delimitado a cualquier conocimiento específico como puede ser la lectura, la música, la escritura, etc. Dentro de los trastornos del aprendizaje, los que han cobrado mayor importancia tanto en investigación como en la clínica son los relacionados con la lectura, la escritura y el cálculo dado su impacto en la adquisición de los contenidos académicos (Ardila, Rosselli y Matute, 2004) y en la inserción laboral futura de los niños que los presentan.

1.1 TERMINOLOGIA

Para denominar las alteraciones presentadas en las habilidades de cálculo se ha desarrollado una gran variedad de términos que nos pueden ayudar a discriminar quien la padece o nos indican sus posibles orígenes. Por ejemplo, el término *acalculia*, se relaciona con la alteración adquirida en la capacidad para realizar tareas de cálculo como resultado de una lesión cerebral en adultos (Grafman, 1988), sin embargo, en la literatura anglosajona también se utiliza el término de *discalculia* para referirse a este problema. Dicho término puede aplicarse tanto a adultos como niños, pero en la población infantil se habla de *discalculia "adquirida"* cuando surge como resultado de lesiones cerebrales y del *"desarrollo"* cuando se manifiesta en niños sin daño neurológico adquirido en el transcurso del aprendizaje (Keller y Sutton, 1991; Spreen, Risser, Tuokko y Edgell, 1984).

Posteriormente, la Asociación Psiquiátrica Americana, en sus manuales diagnósticos, ha utilizado, primero el término de Discalculia del Desarrollo (Asociación Psiquiátrica Americana, 1987) y posteriormente el de Trastorno del Cálculo (Asociación Psiquiátrica Americana, 1994) para referirse al problema para adquirir las habilidades de cálculo durante el proceso de aprendizaje. En contraparte, en la décima revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas de Salud -CIE 10 (Organización mundial de la Salud, 1992), cuyo uso tiene mayor impacto en Europa, lo denomina como un Trastorno Específico de la Capacidad para el Cálculo

Existen además una variedad de términos que se refieren al mismo trastorno como "*arithmetic disorders*" (e.g., Neumärker, 2000), "*math disabilities*", (e.g., Geary, 1993; Mazzocco, 2005) "*arithmetical learning disabilities*" (e.g., Hitch, 1991) o "*arithmetical disabilities*" (e.g., Murdoch y Selz, 1995; Silver, Pennett, Black, Fair y Balise, 1999). La traducción del término "learning disabilities" ha sido difícil y ha generado conflicto ya que se ha traducido como "*dificultades en el aprendizaje*", "*problema de aprendizaje*" o "*trastornos del aprendizaje*". Aquí cabe señalar que en un momento del desarrollo cualquier niño puede presentar dificultades o problemas para adquirir un concepto matemático o aprender a realizar una mecanización. En el caso de un trastorno, como es el objetivo de la presente investigación, el problema no es de tal envergadura sino que se refiere a la dificultad persistente y más allá de la dificultad para adquirir una información específica, lo cual impacta en su desempeño académico o en las actividades de la vida cotidiana, cuya definición se pretende abordar en el siguiente apartado.

1.2 DEFINICIÓN

De acuerdo a Kavale y Forness (2000), el National Joint Committee for Learning Disabilities (Comité Nacional para Problemas de Aprendizaje) de Estados Unidos en 1990 define a los trastornos del aprendizaje como "un grupo heterogéneo de trastornos que se manifiestan por dificultades significativas en la

adquisición y el uso de la comprensión, habla, lectura, escritura, razonamiento o de habilidades matemáticas, presumiblemente debido a una disfunción del sistema nervioso central y donde los problemas en la autorregulación de la conducta, percepción social e interacciones sociales pueden coexistir pero no constituyen por sí mismos problemas de aprendizaje". Dicha definición establece la posible existencia de una variedad de trastornos de aprendizaje y considera como una entidad independiente a los problemas de conducta. Sin embargo, con esta definición no se establece operacionalmente bajo qué circunstancias una diferencia sería significativa ni en qué condiciones.

Esta necesidad se ve atendida a través del Manual Diagnóstico Estadístico de la Asociación Psiquiátrica Americana (DSM) así como en la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) de la Organización Mundial de la Salud, donde se establecen criterios para determinar la presencia de un trastorno del aprendizaje y determinar de que tipo. El DSM-IV (APA, 1994) establece que para que exista un trastorno de aprendizaje el rendimiento en áreas específicas como lectura, escritura o cálculo debe ser "sustancialmente inferior" y esto se da cuando existe una discrepancia de más de 2 desviaciones estándar entre el rendimiento y el CI, llegando a aceptar discrepancias entre 1 y 2 desviaciones estándar.

El CIE-10 (OMS, 1992) propone el punto de corte en 2 desviaciones estándar por debajo del nivel esperado para la capacidad evaluada (cálculo, lectura, escritura) y a diferencia del DSM-IV da prioridad al trastorno de la lectura sobre el trastorno de cálculo de tal manera que si se presenta el primero no se diagnostica el segundo. El DSM-IV permite el diagnóstico por separado de cualquier trastorno del aprendizaje que se presenta al mismo tiempo y en eje I.

Partiendo de esta perspectiva de los trastornos del aprendizaje, Kosci (1974) en uno de los trabajos que se considera pioneros, utiliza el término de discalculia del desarrollo y lo describe como "un trastorno estructural de las habilidades del cálculo el cual tiene su origen en un trastorno genético o congénito de aquellas partes del cerebro que se consideran el sustrato anatómico-fisiológico de la maduración de dichas habilidades matemáticas

adecuadas a la edad, pero sin que simultáneamente se acompañe de un trastorno de funciones mentales generales”.

Esta definición incluye tres aspectos importantes que ayudan a delimitar lo que es el trastorno de cálculo: 1) que involucra una alteración específica en la adquisición o aprendizaje de las habilidades de cálculo; 2) que se tiene que considerar lo esperado por edad para de ahí determinar la patología y 3) que es diferente de las alteraciones adquiridas del cálculo.

La Asociación Psiquiátrica Americana (1994) a través de su manual diagnóstico y estadístico (DSM) ha tratado de unificar estos criterios dentro de toda el área de la psicopatología, para determinar cuantitativamente su presencia o ausencia. Para ello, hablando del trastorno de cálculo, establece en la versión IV de este manual que:

- A. La capacidad para el cálculo, evaluada mediante pruebas normalizadas administradas individualmente, se sitúa *sustancialmente* por debajo de lo esperado dados la edad cronológica del sujeto, su cociente de inteligencia y la escolaridad propia de su edad.
- B. El trastorno del criterio A interfiere significativamente el rendimiento académico o las actividades de la vida cotidiana que requieren capacidad para el cálculo.
- C. Si hay un déficit sensorial las dificultades para el rendimiento en cálculo exceden de las habitualmente asociadas a él.

Esta definición nos permite determinar la presencia del trastorno del cálculo, de tal manera que éste debe reflejarse en la vida cotidiana o en el desempeño escolar del niño que lo presenta y se debe evaluar a través de pruebas estandarizadas para la población (tomando en cuenta edad y grado), de tal manera que aquellos sujetos que puntúen por debajo de la media de forma significativa (de 1 a 2 desviaciones estándar por debajo de la norma) pero que a su vez tengan un nivel intelectual dentro de lo normal, serán considerados como con un trastorno de aprendizaje específico para el cálculo.

1.3 PREVALENCIA

Si bien, no se han realizado estudios epidemiológicos a gran escala de la prevalencia del trastorno de cálculo como se han realizado de otros trastornos de aprendizaje, existen investigaciones que estiman que aproximadamente el 6% de la población en edad escolar presenta trastorno del cálculo (Badian, 1983; Grafman, 1988; Gross-Tsur, Manor and Shalev, 1996; Kosc, 1974; Lewis, Hitch y Walker, 1994; Temple, 1992;).

El primer estudio que se realizó sobre la prevalencia, llevado a cabo por Kosc (1974) estudió una muestra de niños checoslovacos de quinto grado y encontró que el 6.4% (24 de 375) tenía discalculia. Por otro lado, Badian (1983) realizó el reporte de la incidencia de bajo rendimiento (un puntaje igual o menor al percentil 20 en el Stanford Achievement Test) en una muestra de 1,476 niños de Estados Unidos de 1º a 8º grado. En éste concluye que 2.2% de los niños presentaron bajo rendimiento sólo en lectura, 3.6% sólo en matemáticas y el 2.7% en ambas áreas, lo que resulta en un porcentaje total para el trastorno de cálculo similar al que obtuvo Kosc. Sin embargo, no todos los estudios obtienen estos porcentajes, Lewis, Hitch y Walker (1994) al estudiar a 1,406 niños de entre 9 y 10 años de edad (5º grado) provenientes de escuelas públicas de Inglaterra encuentran que el 1.3% presenta dificultades específicas en matemáticas, 3.9% sólo en lectura y el 2.3% ambas, lo que da un total de 3.6% para el trastorno de cálculo tanto sólo como combinado. Ellos explican las diferencias en los porcentajes, por un lado, debido a las pruebas utilizadas ya que Kosc no utiliza formas estandarizadas y por otro, dada la disparidad entre las investigaciones, en los criterios de puntos de corte usados en las pruebas para ser considerados como un trastorno de cálculo o no, comparados con otras investigaciones.

La Asociación Psiquiátrica Americana (1994) estima que aproximadamente sólo el 1% de la población en edad escolar presenta

trastornos de aprendizaje del cálculo en su forma pura. El análisis de este dato en conjunto con el porcentaje proporcionado por los estudios anteriormente mencionados sugiere que es más común encontrar al trastorno del cálculo asociado a otros trastornos de aprendizaje y de la conducta que de manera aislada.

Con relación a la prevalencia del trastorno del cálculo en población mexicana, no encontramos estudios que proporcionen este dato. El conocer este dato facilitaría la implementación de programas de detección y atención a niños con este problema.

1.4 COMORBILIDAD Y ETIOLOGÍA

Como lo señalamos anteriormente, es más común encontrar el trastorno de cálculo asociado a algún otro trastorno ya sea de aprendizaje o de conducta, que de manera aislada.

Gross-Tsur, Manor y Shalev (1996) reportan que el 26% de los niños con trastorno de cálculo presentan síntomas del trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y el 17% de dificultades en la lectura. Por otro lado, Badian (1983) encuentra que cerca del 50% de los niños con trastorno del cálculo presentan al mismo tiempo dificultades en la lectura y Ostad (1998) por su cuenta, encuentra que poco más de la mitad de los niños con dicho trastorno manifiesta dificultades ortográficas.

Como en otros trastornos del aprendizaje, algunos estudios con familiares de niños con trastorno del cálculo (padres o hermanos gemelos) sugieren que hay una contribución tanto medioambiental como genética para la presencia de dicho trastorno (Alarcón y DeFries, 1997; Light y DeFries, 1995; Shalev, Manor, Kerem, Ayala, Badichi, Friedlander y Gross-Tsur, 2001). En particular, Shalev y sus colegas (2001) encontraron que los miembros de la familia, ya sea los padres o sus hermanos gemelos de los niños con trastorno de cálculo tienen una probabilidad 10 veces mayor de ser diagnosticado con dicho trastorno que la población general.

1.5 INCIDENCIA DE ACUERDO AL GÉNERO

La incidencia del trastorno de cálculo de acuerdo al género es controversial. Tradicionalmente se ha asumido que es más frecuente en niños que en niñas. Por ejemplo, en un estudio realizado por Badian en 1983, reporta una proporción hombre:mujer de 2.5:1.0 para niños con trastorno de cálculo y lectura, de 2.2:1.0 para niños con trastorno del cálculo aislado y del 1.7:1.0 para la presencia de un trastorno en la lectura solamente. Por otro lado, algunos autores tienden a considerar que el trastorno puede afectar a ambos sexos por igual. Lewis, et al (1994) reportan en su estudio que la proporción de niños era 3 veces mayor que la de niñas con trastorno de lectura, pero para el trastorno de cálculo era cercana al 1:1. Gross-Tsur et al (1996) y Shalev et al (2000) corroboraron dicho resultado al encontrar, en una muestra de niños israelíes, una proporción de 1.1: 1 de niñas:niños con dicho trastorno, por lo que a la luz de las últimas investigaciones parece existir una tendencia similar tanto en niños como niñas para padecer el trastorno de cálculo.

1.6 EDAD DE DIAGNÓSTICO

El DSM-IV (APA, 1994) refiere que aunque pueden aparecer ciertos síntomas de las dificultades para las matemáticas desde el preescolar o primero de primaria (por ejemplo: confusión de los conceptos numéricos o incapacidad para contar con precisión), el trastorno de cálculo rara vez se diagnostica antes de finalizar el primero de primaria, ya que la instrucción formal en matemáticas usualmente no se lleva a cabo sino hasta ese momento en la mayoría de las escuelas. Con frecuencia queda en evidencia entre el segundo y tercero de primaria, pero si el niño manifiesta un CI elevado puede rendir en tareas matemáticas de acuerdo al grado y en comparación con sus compañeros de forma adecuada durante los primeros años y el trastorno del cálculo ponerse de manifiesto hasta el 5° grado o posteriores.

2. ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS DEL CÁLCULO

La perspectiva neuropsicológica, enriquecida de los conocimientos que aportan otras áreas como la psicología educativa, la psicología cognoscitiva, la neurofisiología, la psicología del desarrollo, etc., a lo largo de las investigaciones, propone esquemas cognoscitivos modulares que intentan explicar la forma en que se da el proceso del cálculo, describe el desarrollo y el proceso de adquisición de las habilidades matemáticas normales para, partiendo de ello comprender el trastorno.

Es por ello que en este apartado se abordan algunos de los modelos cognoscitivos más aceptados tanto del procesamiento numérico normal como de su proceso de adquisición, para después abordar los subtipos de trastornos del cálculo en que es dividido de acuerdo a diferentes autores. Finalmente se abordan los conocimientos que, sobre la localización y lateralización de las habilidades de cálculo, aportan investigaciones con pacientes cerebrolesionados y estudios neurofisiológicos en sujetos normales.

2.1 MODELOS COGNOSCITIVOS DEL PROCESAMIENTO NUMÉRICO

Para el estudio de las habilidades del cálculo se han desarrollado varios modelos teóricos (McCloskey, Caramazza y Basili, 1985; Dehaene, 1992) cuyos autores tratan de integrar lo conocido a través de pacientes adultos cerebrolesionados o niños con trastornos tanto del desarrollo como adquirido que alteran sus capacidades matemáticas.

McCloskey et al (1985) presenta un modelo en el que proponen la integración de varios módulos que llevan a cabo la producción y comprensión de números, así como del cálculo. Su modelo asume que todos los números que captamos son inicialmente traducidos a una representación abstracta amodal de los números, es decir, sin importar la notación o la vía por la que lo recibimos (letra o número/ visto u oído). A la inversa, la producción de los números involucra la traducción de la representación abstracta interna a la notación

deseada. Finalmente el cálculo mental se lleva a cabo a través de una representación amodal, nunca directa de números arábigos o sus representaciones verbales. Así, en este esquema se propone que las entradas de información numérica se convierten en representaciones semánticas internas, que traducen los números en una salida de forma verbal o arábica y las cuales están disponibles para procesamientos cognitivos subsecuentes como es el realizar cálculos. Estas representaciones semánticas internas están basadas, en nuestro sistema numérico, en el poder del número 10, esto es, que representamos los números que nos llegan de acuerdo a su relación con este número, por ejemplo 135, el 5 es un dígito, el 30 es 3 veces 10, y el 100 es 10 veces 10 (Temple, 1997).

Además, como menciona Temple (1997), se distinguen mecanismos que procesan números arábigos de aquellos que procesan números verbales, y dentro de estos, señala un mecanismo lexical (palabras que denominan a los números) y otro sintáctico (relación entre los elementos).

Se ha encontrado que este modelo incluye todo los subcomponentes involucrados en la realización de tareas de cálculo, además de que a través de diferentes investigaciones se ha comprobado el fraccionamiento modular que se postula (Temple, 1989, 1995, 1997; Deloche et al, 1994, 1995, 1996) ya que este modelo distingue claramente entre el sistema de procesamiento numérico y el sistema de cálculo. El primero comprende los mecanismos de percepción, comprensión y expresión de números, implicando el procesamiento del número per se, esto es reconocimiento de los símbolos, de los números, su lectura y escritura tanto en palabras como en arábigo. El sistema de cálculo consiste en los hechos y procedimientos que se requieren específicamente para llevar a cabo los cálculos (Temple, 1989, 1997).

McCloskey (1987, 1992) menciona que los componentes centrales del sistema aritmético adulto son los siguientes (Ver el cuadro 2.1):

- Procesamiento Numérico
 1. Con comprensión diferente de la producción.

2. Con elementos sintácticos y semánticos
 3. Distinguiendo los procesos numérico verbal y arábigo
- Conocimiento de los hechos matemáticos
 4. Incluye el conocimiento del significado de los signos
 5. Incluye el conocimiento de las tablas
 - Conocimiento procedural
 6. Incluye los algoritmos (cualquier proceso sistemático de resolver cierto tipo de problemas) precisos para hacer cálculos: sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.

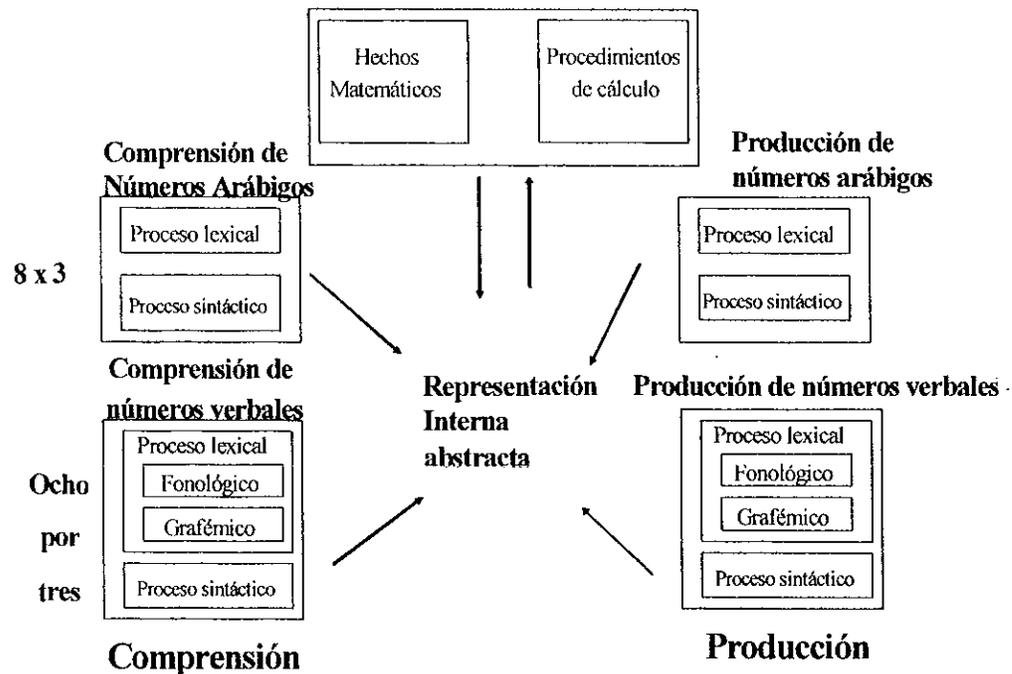


Figura 2.1 Modelo cognoscitivo del procesamiento numérico propuesto por McCloskey, Caramazza y Bassili en 1985.

Tanto la propuesta de modelo cognitivo para las discalculias adquiridas, como el del sistema aritmético adulto dadas por McCloskey y sus colaboradores (1985), son adoptadas por Temple (1997) en sus investigaciones de estudios de casos con discalculia del desarrollo, llegando a la conclusión de que en general son aplicables a los casos que ha manejado y que resultan útiles al estudiar este tipo de pacientes.

Aunque todavía en la actualidad se siguen desarrollando modelos que traten de explicar de la mejor manera el proceso de cálculo, el más utilizado ha sido el de McCloskey et al, sobre todo porque permite ubicar el nivel de la alteración en el sujeto con trastorno de cálculo, haciéndolo a través del análisis de sus errores. De hecho, Strang y Rourke (1985) proponen una clasificación de los errores cometidos por niños en tareas aritméticas con la idea de comprender mejor al trastorno de cálculo:

1. Errores en la organización espacial: dificultades normales para organizar los números en columnas o para seguir la direccionalidad apropiada del procedimiento.
2. Errores en detalles visuales: dificultades para leer los signos aritméticos, olvido de los puntos o de las comas en las unidades de mil, etc.
3. Errores de procedimiento: omisión o adición de un paso del procedimiento aritmético y aplicación de una regla aprendida para un procedimiento a otro diferente (ej. aplica reglas de multiplicar a la suma)
4. Errores grafomotores: se identifican por la dificultad para formar los números adecuadamente.
5. Errores de juicio y razonamiento: consisten en errores que implican resultados imposibles de existir, tales como el producto de una resta es mayor que los números sustraídos
6. Errores de memoria: en ocasiones no muy frecuentes se observan

tropiezos para recordar algún aspecto del proceso aritmético. Los problemas de la memoria en la discalculia del desarrollo se observan particularmente en material complejo y/o verbal, y puede impedir la adquisición de las habilidades aritméticas apropiadas.

7. Perseveración: cuando se han llevado a cabo operaciones de un tipo, por ejemplo suma y se cambia a otra (resta) y el niño mantiene las reglas de operación de la primera, sin poder cambiar a las de la segunda.

El hecho de que suceda uno y no otro de los errores nos indicaría que ciertas habilidades que subyacen al cálculo pueden estar alteradas de manera muy específica; por ejemplo, un niño puede presentar errores en la organización espacial pero no errores de memoria o de juicio o razonamiento, lo que nos invita a pensar que existe una disociación en la participación de dichas funciones en tareas de este tipo.

2.2 MODELOS DE DESARROLLO DE LAS MATEMÁTICAS Y SUS TRASTORNOS.

Al estudiar el desarrollo de las habilidades de cálculo en niños con desempeño escolar normal, ha permitido entender y conocer mejor a aquellos niños con dificultades o trastornos en el cálculo (Geary y Hoard, 2002). En esta área, tareas en el área de números, conteo y aritmética, las cuales se desprenden del modelo cognitivo anteriormente expuesto (McCloskey et al 1985) han sido muy útiles en varias investigaciones (e.g. Geary, 1990, 1993; Geary et al, 1991).

La comprensión y producción de la información numérica requiere de que los niños adquieran un proceso verbal (cómo se llama el número) y una representación arábica (el número como tal) y la posibilidad de transcodificar de uno a otro la información. En algunas investigaciones se ha encontrado que niños con un trastorno de cálculo asociado a uno de lectura desarrollan más lentamente la asociación entre los números arábigos y su representación abstracta de las magnitudes y valores, que niños sin esos problemas, aunque

niños mayores parecen desarrollar eventualmente una producción y comprensión normales, al menos de números simples.

El conteo como habilidad aparece con la experiencia de contar y requiere que el niño tenga bien establecido: la correspondencia de uno a uno, la cardinalidad, el orden estable de los números, la irrelevancia del orden para contar, etc. Investigaciones como la de Geary et al, (2002), reportan la dificultad que tienen niños con trastorno de cálculo con o sin problemas de lectura para entender las reglas de conteo, sobre todo en los primeros años de la escuela primaria. Cuando estos errores se prolongan más allá parecen contribuir a los errores en el procedimiento y a las dificultades para detectar y corregir errores de conteo.

Generalmente al iniciar el desarrollo de la solución de operaciones aritméticas, el procedimiento incluye conteo con los dedos o en voz alta, para conforme se desarrolla la memoria de trabajo implementar una serie de procedimientos que permitan resolver el problema a partir de recordar hechos aritméticos básicos. En aquellas investigaciones (Geary, 2002) donde se evaluaron estas capacidades se encontró que los niños con trastorno de cálculo utilizan estrategias de conteo y procedimientos más inmaduros que niños normales y que la capacidad de recordar los hechos matemáticos básicos no mejora de forma sustancial a lo largo de los años de escuela.

2.3 SUBTIPOS DE PROBLEMAS DEL CÁLCULO

La heterogeneidad en la manifestación del trastorno de cálculo ha llevado a clasificarlos en subtipos, lo cual parte del mismo hecho de encontrarlos, por un lado, en su forma pura y por otro, en aquellos que van acompañados de otros trastornos.

Ya desde 1926, Berger (citado en Spreen, 1984; Temple, 1997) clasifica a los trastornos de cálculo en primarios y secundarios, siendo el primero donde los procesos de cálculo se encuentran alterados en sí mismos, a lo que llama

anarithmetia y el segundo donde los trastornos del cálculo son secundarios a trastornos del lenguaje, de lectura, de memoria o atención.

Existen una gran variedad de clasificaciones que subdividen al trastorno de cálculo en subtipos. Dichas clasificaciones podrían ubicarse desde 2 grandes perspectivas, según sea el criterio o el punto de partida para realizarlas. Por un lado se encuentran aquellas que abordan al trastorno de cálculo en función de:

- a) *De los errores que cometen durante la ejecución*: Donde se analiza los tipos de errores que cometen al resolverlos y se parte de ahí para clasificarlos.
- b) *De acuerdo a los déficits cognoscitivos asociados*: Se abordan los trastornos de cálculo desde el punto de vista cognoscitivo, partiendo de que el cálculo es una capacidad compleja y que pueden participar en su presencia otras funciones cognoscitivas que se encuentran alteradas.

2.3.1 SUBTIPOS DE DISCALCULIA DE ACUERDO A LOS ERRORES EN TAREAS DE CALCULO:

McCarthy y Warrington, (1990), al abordar el estudio de las alteraciones en el cálculo, encuentran una clasificación de las alteraciones del cálculo realizada en 1961 por Hécaen, Angelergues y Houillier donde realizan un análisis detallado de los errores que cometen en tareas de cálculo pacientes adultos cerebrolesionados y propone 3 grandes grupos de discalculias adquiridas:

1. Anarithmetia: déficit primario en cálculo (corresponde a la definición de Berger): donde el sujeto es incapaz de realizar la operación de forma adecuada a pesar de tener conservadas las habilidades espaciales, de lectura y escritura.

2. Acalculia aléxica y/o agráfica: el paciente es incapaz de leer o escribir números adecuadamente. Aunque este subtipo se le encuentra referido en la literatura como Acalculia afásica, en este caso no está limitado a pacientes afásicos.

3. Acalculia espacial: los errores se deben a una desorganización espacial del cálculo escrito: mal alineamiento de los dígitos en las columnas, inversiones, negligencia visual y dificultades para manejar el lugar de los decimales.

Si bien se han desarrollado otras clasificaciones a partir de ésta para pacientes adultos con lesión cerebral, nos enfocaremos a aquellas que abordan el trabajo con niños.

En población infantil, Kosc (1974), distingue los siguientes tipos de discalculia del desarrollo, de los cuales, los primeros cuatro son básicamente la clasificación de Hécaen y agrega 2 formas adicionales que parecen reflejar las dificultades en formación de conceptos y razonamiento no-verbal:

1. Discalculia verbal: alteración de la habilidad para denominar verbalmente términos y relaciones matemáticas.
2. Discalculia operacional: incapacidad para realizar operaciones matemáticas. Es el equivalente a la anarithmetia.
3. Discalculia lexical: incapacidad para leer símbolos matemáticos.
4. Discalculia gráfica: alteración de la manipulación de símbolos matemáticos en la escritura.
5. Discalculia ideognóstica: dificultad para entender ideas y relaciones matemáticas y realizar cálculos mentales.
6. Discalculia practognóstica: alteración en la manipulación matemática con objetos reales o en dibujos. Se manifiesta en las dificultades para numerar los grupos, estimar y comparar cantidades así como para calcular magnitudes.

Temple (1997), desarrolló una clasificación de las discalculias del desarrollo considerando el modelo cognoscitivo que diseñaron McCloskey, Caramazza y Basili en 1985, basándose en las alteraciones del cálculo encontradas en sujetos adultos cerebro-lesionados, la cual ha demostrado su aplicabilidad a la diversidad de alteraciones en el cálculo presentadas tanto en dichos sujetos (Deloche, Seron et al, 1994; Deloche et al, 1995; Deloche et al 1996; McCloskey 1992; Aschcraft, 1992) como en niños con problemas del

desarrollo (Temple, 1989, 1992, 1997; Rosselli, 1997).

1. *Trastornos del desarrollo de procesamiento del número*: Implica una dificultad en procesar símbolos numéricos o palabras. Pudiendo manifestarse alteraciones en la lectura, escritura, repetición o transcodificación de números arábigos a las palabras de los números.
2. *Discalculia del desarrollo de hechos (facts) numéricos*: Que constituye una alteración en el manejo de los hechos aritméticos y las tablas.
3. *Discalculia procedural del desarrollo*: Que es la dificultad de planear y conducir en orden secuencial las operaciones que forman el cálculo aritmético.

Estas clasificaciones han sido de mucha utilidad pero falta mayor investigación, sobre todo del proceso de adquisición de las habilidades aritméticas y de las funciones cognoscitivas que se asocian o les subyacen. Por lo que, al mismo tiempo han surgido clasificaciones que buscan a las funciones cognoscitivas que acompaña a los problemas de cálculo.

2.3.2 SUBTIPOS DE DISCALCULIA DE ACUERDO A LOS DÉFICITS COGNOSCITIVOS ASOCIADOS

Johnson y Myklebust (1971) postularon 2 subtipos funcionales de problemas de aprendizaje en niños, llamados “verbales y no verbales”, los primeros también denominados “problemas de aprendizaje mediados por el hemisferio izquierdo” y los segundos “problemas de aprendizaje del hemisferio derecho”.

Dentro de esta perspectiva Rourke y sus colaboradores dividen a los trastornos de cálculo en 2 grandes grupos, utilizando como criterio las características de las habilidades de lectura para generar los subtipos (Rourke y Conway, 1997). En el primer grupo, los déficits del lenguaje son responsables primarios de las dificultades en matemáticas, con una buena comprensión de los procesos aritméticos básicos en presencia de déficits en lectura y/o escritura, conservación del procesamiento perceptual visual, pero cuyos errores se deben

a una inadecuada comprensión de las instrucciones, a dificultades en memorizar tablas y en seguir los pasos de los procedimientos. En el segundo tipo se encuentran conservadas las habilidades de lectura, escritura y perceptivo-auditivas, con la presencia de problemas aritméticos pero con deficiencias en habilidades perceptivo-visuales, psicomotoras y táctiles. Se manifiestan dificultades en los aspectos mecánicos del cálculo, como equivocarse al leer los signos, alinear las columnas de los números equivocadamente, no atender a números en el proceso aritmético, además de ser poco organizados en sus ejecuciones de cálculos aritméticos, no revisan su trabajo, y no siempre entienden el principio aritmético que están usando (Obrzut, 1986)

Aun cuando es una clasificación que ha permitido estudiar las funciones cognoscitivas asociadas al trastorno de cálculo, hace difícil su comprensión a profundidad ya que los encasilla dentro de 2 posibilidades limitadas a los hemisferios y es necesario separarse de esta dicotomía izquierdo-derecho, ya que en la práctica las dificultades en el manejo de las matemáticas parecen no estar estrictamente delimitadas a ello, además de que no nos permite determinar cómo interactúan las funciones cognoscitivas entre sí para que se presente un problema específico en el manejo de las matemáticas o una ejecución normal.

Geary (1994) al estudiar desde la perspectiva cognoscitiva el trastorno de cálculo, propone 3 subtipos de ellos de acuerdo a la función cognoscitiva con la que se relaciona:

A) Por déficits en el Procedimiento:

- Utilizan procedimientos inmaduros (que usan con mayor frecuencia niños más pequeños cuyo desempeño académico es normal)
- Errores de procedimiento frecuentes.
- Pobre entendimiento de los conceptos que subyacen al uso de los procedimientos, lo que limita la adquisición de nuevas y más complicadas formas de proceder y verificar los resultados.
- Dificultad en la secuencia de los procedimientos que contienen varios pasos.

- Aunque no hay una relación claramente establecida, se asocia a disfunción del hemisferio izquierdo y en algunos casos con disfunción prefrontal.
- En algunos casos, aparece como un retardo en el desarrollo ya su desempeño es equiparable a niños más pequeños con desempeño normal y conforme crecen mejoran.
- Estos déficits en el procedimiento se han asociado a dificultades en la memoria de trabajo: pierde la información representada necesaria para resolver el problema.
- Los errores en el procedimiento parecen ser el resultado de dificultades en el monitoreo y en la coordinación de la secuencia de los pasos para resolver un problema, lo que sugiere compromiso de funciones ejecutivas (Russell y Ginsburg, 1984).
- Podrían estar involucrados problemas atencionales (Geary, 1993)

B) Por déficits en la memoria semántica:

- Presentan dificultades en recordar los hechos matemáticos
- Los errores en el recuerdo de los hechos matemáticos de alguna manera se asocian con los números que están presentes en el problema.
- Parece estar asociado con disfunción del hemisferio izquierdo, con participación de las regiones posteriores para una forma de déficit en la recuperación y las regiones prefrontales para otro.
- Posible participación de estructuras subcorticales, como los ganglios basales.
- Parecen manifestar un desarrollo diferente ya que sus características de ejecución son diferentes a la de los niños menores con rendimiento académico normal y no cambia de forma sustancial con los años o el grado escolar.
- Manifiestan dificultades en almacenar o acceder a aquellos

eventos matemáticos que deberían estar en memoria a largo plazo. Esta dificultad puede manifestarse asociada a un tipo de operación pero no a otra (por ejemplo, multiplicaciones pero no restas)

- Parece asociarse a formas fonéticas de problemas de lectura.

C) Por déficits viso-espaciales:

- Presentan dificultades en las representaciones numéricas espaciales y en otras formas de relaciones matemáticas.
- Con frecuencia interpretan o entienden equivocadamente la información que tiene un componente espacial.
- Se relaciona con disfunción del hemisferio derecho, particularmente de regiones posteriores, aunque parece que la corteza parietal izquierda también tiene alguna participación.
- Manifiestan déficits en la memoria de trabajo espacial. Sin embargo, aun no se ha esclarecido si es un déficit espacial como tal o de funciones ejecutivas (habilidad para poner atención a tareas espaciales)

Si bien existen varias investigaciones en esta área, aun quedan interrogantes sobre la participación de éstas y otras funciones cognoscitivas en las habilidades matemáticas, su interacción y el papel que juegan en los problemas para adquirir dichas habilidades y usarlas adecuadamente.

2.4 ASPECTOS NEUROANATÓMICOS Y TRASTORNO DE CÁLCULO

Las tareas matemáticas demandan de varios procesos neuropsicológicos para su realización, las cuales tienen una relación cerebro-conducta específica que si no se lleva a cabo adecuadamente produce patrones específicos de alteraciones en el cálculo (Keller y Sutton, 1991). Aun cuando nuestro principal interés es el trastorno de cálculo en la infancia, las investigaciones que se han realizado en adultos aportan información muy valiosa de las posibles áreas corticales relacionadas con las habilidades matemáticas en un cerebro maduro, y

sabiendo que no se puede generalizar a los niños son de utilidad para comprender un poco más del tema.

Keller et al (1991) al revisar diferentes investigaciones, encuentran que algunos autores sugieren que la acalculia primaria está asociada a lesiones de los lóbulos parietal, temporal y occipital, principalmente del hemisferio izquierdo (HI), aunque también del hemisferio derecho (HD) pero en raras ocasiones. La acalculia con alexia y/o agrafia para números se presenta en pacientes con lesión en el HI o bilateral. La acalculia secundaria a déficits viso-espaciales se relaciona con la presencia de lesiones en el HD o en ambos hemisferios.

Las tareas perceptuales de organización viso-espacial se requieren en la producción y comprensión de las matemáticas escritas, las cuales son mediadas por el hemisferio derecho (HD). El hemisferio que regula el lenguaje (generalmente el izquierdo) controla las habilidades lingüísticas para la ejecución matemática: las áreas de asociación del HI juegan un importante papel en la lectura y el entendimiento de problemas, así como el entendimiento de conceptos matemáticos y procedimientos (Keller et al, 1991).

Por otro lado, en varias investigaciones se refieren a los lóbulos frontales como los centros del cálculo mental rápido y la conceptualización abstracta, además de manejar las habilidades de solución de problemas y la producción oral y escrita; los lóbulos parietales como mediadores de una gran variedad de funciones cognitivas y con un rol integrativo en la organización cortical de las sensaciones. Las funciones motoras y conductuales que involucran a la sensación táctil (las cuales participan en la ejecución matemática) están asociadas también con los lóbulos parietales. A los lóbulos occipitales, se les considera como el centro de la experiencia visual, del control de la discriminación visual de los símbolos matemáticos; están asociados a geometría y rutinas de cálculo. Y aquellas habilidades matemáticas que involucran percepción auditiva y memoria verbal a largo plazo son mediadas por el temporal como se puede apreciar en el cuadro 2.1 (Keller et al, 1991)

REGIÓN CORTICAL	HABILIDAD
Hemisferio derecho	Organización viso-espacial
Hemisferio regulador del lenguaje (generalmente el izquierdo)	Habilidades lingüísticas
Áreas de asociación del HI	Lectura y entendimiento de palabras, de conceptos matemáticos
Lóbulos frontales	Calculo mental rápido, conceptualización, solución de problemas.
Lóbulos parietales	Funciones motoras y sensación táctil
Lóbulo parietal izquierdo	Habilidades de secuenciación
Lóbulos occipitales	Discriminación visual de símbolos matemáticos.
Lóbulo temporal	Percepción auditiva, memoria L.P.

Cuadro 2.1 Habilidades y regiones corticales asociadas a las matemáticas (Keller y Sutton, 1991)

Así, esta clasificación, propone la existencia de una especialización interhemisférica en la que ciertos aspectos aritméticos están mediados por el HI y otros por el HD a la vez que propone una especialización intrahemisférica ya que confiere a los lóbulos cerebrales una participación diferenciada. Sin embargo, es causa de polémica ya que por una parte las observaciones empíricas muestran que las expresiones de las alteraciones de cálculo no son completamente lateralizables y por la otra no permite la visión integral del problema. Fuera de este contexto de discusión, Luria (1986) había referido ya la importancia de los sistemas funcionales de las zonas terciarias del hemisferio izquierdo, en relación con las características simbólicas y lógicas de las tareas del cálculo.

Más aún, McCarthy y Warrington (1990), reportan que la evidencia anatómica encontrada para los dos subtipos en que dividen los problemas de aritmética secundarios a lesión cerebral en adultos (comprensión y recuperación de números y cálculo), parece indicar que son resultado de lesiones en el hemisferio izquierdo, ya que dichos pacientes obtienen puntajes comparativamente más bajos en esta área, que los sujetos con lesiones

derechas, y esto es una constante en diferentes investigaciones.

Al abordar los trastornos de aprendizaje en los niños, Johnson y Myklebust (1971) proponen una clasificación de los mismos de acuerdo a la lateralización hemisférica y los divide en problemas verbales o del hemisferio izquierdo y problemas no verbales o del hemisferio derecho. Rourke y sus colegas (1989), sugieren que los niños que solamente presentan problemas de cálculo manifiestan una disfunción del HD, mientras aquellos que presentan déficits en lectura, escritura y cálculo experimental una disfunción del HI, homologando los hallazgos en adultos con lesión cerebral

En esta clasificación, los problemas de aprendizaje verbal se consideran de origen psicolingüístico e incluyen dificultades en la lectura, ortografía y escritura, pero que pueden ir acompañadas de déficits específicos en otras áreas como en percepción visual, auditiva o motora (Murdoch, 1995)

Los problemas de aprendizaje no verbal o del hemisferio derecho son aquellos donde los déficits en lectura, escritura u ortografía no son de primera importancia. Rourke et al (1989) refiere que estos involucran dificultades en la percepción táctil (especialmente en el lado izquierdo del cuerpo), coordinación psicomotora (especialmente del lado izquierdo del cuerpo), organización visoespacial, solución de problemas no verbales, formación de conceptos, prueba de hipótesis, habilidad para beneficiarse de la retroalimentación, para encontrar la relación causa-efecto, para comprender el humor, para adaptarse a situaciones nuevas o complejas, cálculo aritmético, contenido del lenguaje (trastornos pragmáticos), prosodia del lenguaje expresivo y receptivo, percepción social, juicio social e interacción social. Los problemas de competencia social aparecen como habilidades sociales deficientes, sobre todo en situaciones interpersonales poco estructuradas y que no les son familiares. Otros estudios en esta línea apoyan dichos hallazgos (Lenneberg, 1991; Murdoch, 1995)

Los niños con problemas de aprendizaje no verbal tienen la tendencia a retraerse socialmente, se vuelven socialmente aislados, y desarrollan depresión como resultado de sus dificultades de interacción. (Fletcher, 1989; Rourke, 1989). Murdoch (1995) señala además que estos niños tienen buenas

habilidades de memoria verbal, lectura (reconocimiento de palabra) y ortografía; sin embargo pueden ser verborricos con un discurso reiterativo Ver Cuadro 2.2

DÉFICITS ESPECÍFICOS

FACTORES	DE TIPO VERBAL	DE TIPO NO VERBAL
Intelectuales	Conciencia verbal Conocimiento de vocabulario Asociaciones verbales Semejanzas de palabras Fluidez verbal Lenguaje receptivo Lenguaje Expresivo CI verbal Comprensión	Formación de conceptos Generación de estrategias Prueba de hipótesis Relación causa-efecto Poca prosodia del lenguaje Pensamiento de formal
Neuropsicológicos	Denominación rápida Lateralización hemisférica anormal Activación atencional del HD interfiere con el procesamiento verbal del HI En escucha fonémica mezcla y segmenta	Déficits táctiles (+ lado Izq.) Déficits viso-espaciales Def. psicomotores complejos Apraxia oral-motora Déficits en la formación de conceptos y solución de problemas
Perceptual	Fonémica Habla	Discriminación visual Detalles visuales Relación visual
Memoria	Retención de dígitos Sonidos del habla Series de palabras Sucesión de letras Estrategias fonémicas	Táctil No verbal De información compleja
Atención	Alta comorbilidad de problemas de lectura y ADHD Atención a fonemas	Táctil Atención visual Atiende a material verbal simple y repetitivo.
Académico/ Conductual	Problemas motivacionales Problemas de lectura crónicos Desenganchado del aprendizaje Menor tiempo en lectura Lectura y escritura	Grafomotor Comprensión lectora Aritmética mecánica Razonamiento matemático Ciencia
Psicosocial	Generalmente muestran problemas internalizados	Adaptación Trastornos externalizados (conducta, acting out) Juicio y percepción social Habilidades sociales Aislamiento social Puede desarrollar problemas internalizados (ansiedad, depresión)

Cuadro 2.2 Déficit específicos de acuerdo al tipo de problema de aprendizaje verbal o no verbal. Phillis Anne Teeter (1995).

Si bien realiza una gran tipificación de las características asociadas a uno u otro tipo de trastorno de aprendizaje, se discrimina al trastorno de cálculo en función de la presencia o ausencia de un trastorno de lectura/escritura y no en función de los propios errores cometidos al momento de realizar la operación matemática.

2.5 SÍNDROME DE GERSTMANN

Josef Gerstmann publicó una serie de artículos entre 1924 y 1930 que describían a un síndrome cuyos déficits incluían agnosia digital bilateral (dificultad para identificar qué dedo es tocado), confusión derecha-izquierda, disgrafía (alteración de la habilidad para escribir) y discalculia. A este tipo de alteración se le conoce como *Síndrome de Gerstmann*. Posteriormente, Kinsbourne (1968) propone la existencia de un síndrome de Gerstmann del desarrollo, y que incluye un quinto síntoma: dispraxia construccional (Rourke, et al 1997).

De acuerdo con el mismo Gerstmann, la presencia del síndrome, se relaciona con daño focal o alteración en el territorio del giro angular del hemisferio dominante (comúnmente el izquierdo). Sin embargo, en diferentes investigaciones que se han realizado al respecto, se ha encontrado por una parte que, en pocos sujetos coexisten los 4 elementos propuestos originalmente de forma simultánea. Inclusive se pueden presentar cualquiera de ellos de forma aislada o acompañado de uno o 2 de los déficits (Rourke, et al 1997) y por la otra, que los pacientes diagnosticados con el síndrome presentaban lesiones que involucraran la región temporal superior y al giro supramarginal además del giro angular.

Con todo y que su existencia sea cuestionable, el término se ha mantenido ya que sus síntomas se manifiestan comúnmente en pacientes con daño de la región parieto-occipital y se ha encontrado cierto valor práctico. Por otra parte, existe cierta evidencia de su utilidad en trastornos del desarrollo, ya que en una investigación con niños con el síndrome de X frágil se han

manifestado comúnmente 3 o 4 de los síntomas sin evidencia de afasia, e inclusive uno de los sujetos manifestó los 5 criterios propuestos para este síndrome (Rourke, et al 1997).

2.6 HALLAZGOS NEUROFISIOLÓGICOS

En estudios recientes donde se utilizan imágenes cerebrales funcionales, se ha demostrado que diferentes aspectos de las habilidades cognitivas complejas (por ejemplo: lenguaje o procesamiento numérico) están representadas en áreas diferentes del cerebro humano, inclusive se ha demostrado que la representación cortical de ciertas habilidades varía de acuerdo a la edad en la que se adquirió (von Aster, M, 2000).

Dehaene et al (1999) estudiaron los patrones de actividad cerebral funcional en sujetos adultos en tareas de relacionar números. En aquellas donde tenían que realizar un cálculo aproximado ($4+5 = 8$ o 3) mostraron un patrón cortical de activación máxima en las regiones parietales inferiores de ambos hemisferios, a diferencia de tareas de cálculo exacto ($4+5= 9$ o 7) donde la mayor actividad se localizó en la región inferior de la corteza prefrontal.

Más aun, en algunos estudios (Issacs, Edmonds, Lucas y Gadian, 2001; Gruber, Indefrey, Steinmetz y Kleinschmidt, 2001; Molko, Cachia, Riviere, Mangin, Bruandet, LeBihan, Cohen y Dehaene, 2004) donde se usó resonancia magnética funcional y se realizó un mapeo de la actividad cerebral tanto de sujetos normales como con síndrome de Turner, se encontró que tanto durante tareas de cálculo como en tareas lingüísticas o visoconstruccionales, se activan redes de las regiones prefrontales, premotoras y parietales, lo que implicaría que la mayoría de estas regiones no son regiones exclusivamente de cálculo sino que sostienen operaciones cognitivas más generales o más básicas. Esto implicaría que una lesión o alteración en el funcionamiento de dichas áreas podría manifestarse en la alteración de una o varias funciones cognitivas y ejecutivas.

A lo largo de este capítulo hemos podido observar que los estudios que se han reportado abordan la problemática del trastorno de cálculo realizando un análisis específico de algunas habilidades cognitivas, separadas del resto de la cognición o dependiendo de los trastornos asociados, y hay escasez de estudios que nos permitan conocer las características neuropsicológicas de estos niños desde una perspectiva más global, para poder comprender mejor dicho trastorno, lo cual será objetivo principal de nuestro trabajo.

SECCIÓN II

TRABAJO EXPERIMENTAL

- **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- 4. METODOLOGÍA**
- 5. RESULTADOS**

fracasan en al menos uno de los 5 primeros reactivos de la parte escrita, segundo fragmento del WRAT3. La parte oral consta de 15 reactivos los cuales comprenden actividades de conteo, lectura de números, determinación y comparación de cantidades y resolución de problemas matemáticos simples de adición o sustracción de dos cantidades de un solo dígito.

En la parte escrita se incluyen -en dos páginas tamaño carta- 40 operaciones de suma, resta, multiplicación, división, fracciones, transformaciones y ecuaciones. La presentación de las operaciones se realiza en orden creciente de dificultad. Para su resolución se otorga como tiempo límite 15 minutos. El puntaje se obtiene contando las operaciones realizadas de manera correcta tanto en la parte escrita como en la oral (Puntaje Bruto Total, PBT). No se hace ningún análisis cualitativo.

Esta prueba fue normalizada en los Estados Unidos de Norteamérica utilizando una muestra total de 4,433 sujetos, de los cuales los que se encontraban en edad escolar fueron seleccionados de escuelas públicas.

Se acudió a escuelas primarias públicas de diferentes zonas de la ciudad y área metropolitana de Guadalajara. Se evaluaron grupos completos de un total de 15 escuelas: se trabajó con 29 grupos de 4º, 31 de 5º y 31 de 6º de primaria. De los 3,112 sujetos evaluados, sólo pudo obtenerse la fecha de nacimiento de 2,954 (929 de 4º, 988 de 5º y 1,037 de 6º grado de primaria), dato necesario para obtener su puntaje estandarizado. Para aplicar la prueba se verificaba que el salón tuviera las condiciones adecuadas para que todos los alumnos pudieran trabajar cómodamente y en su pupitre de forma individual, ya que si era un grupo numeroso se dividía en relación al número de lista y se aplicaba primero a una mitad y luego a otra.

Para cada uno de ellos se calcularon los siguientes datos:

a) el puntaje bruto total (PBT) el cual se obtiene sumando los reactivos correctos en ambas partes de la prueba – cuando no se aplica la parte oral se agregan automáticamente 15 puntos a la sumatoria de la parte escrita-,

b) el puntaje estandarizado de acuerdo con las normas (grupos de edad)

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si bien se han realizado varios estudios que han dado luz sobre algunas alteraciones o deficiencias específicas que influyen en el desempeño en tareas de cálculo, estas investigaciones dan explicaciones de manera parcial. Por lo tanto, nosotros pretendemos obtener el perfil neuropsicológico con el objetivo de analizar los trastornos de cálculo con respecto a otras habilidades cognitivas y ejecutivas. Más aun, son escasos los trabajos de investigación que abordan las características neuropsicológicas de los niños con trastorno de cálculo tanto en nuestra población como en comunidades latinas. Al identificar las áreas con menor desempeño y aquellas que se encuentran conservadas nos puede llevar a plantear propuestas de la organización cognoscitiva del cálculo como tal, de cómo se integran durante el desarrollo y en sus últimas consecuencias, las formas de tratamiento.

Así mismo, es conveniente conocer cual es la coincidencia de los trastornos de cálculo con otros trastornos como los de lectura (dislexia) o de conducta (TDAH) en nuestra población, ya que varias investigaciones reportan porcentajes variables.

Por lo tanto nos podríamos preguntar:

¿Cuáles son las características neuropsicológicas de los niños con trastornos de aprendizaje del cálculo?

De aquí se desprenderían interrogantes como:

1. ¿Existen funciones cognitivas o ejecutivas que discriminen a los niños con trastornos de cálculo de los que no lo tienen aparte de las de cálculo en sí?
2. Las diferencias en el perfil de los niños con trastorno de cálculo ¿se relaciona con un problema de aprendizaje verbal o no verbal?
3. Si están presentes problemas de lectura ¿el identificarlos y separarlos de aquellos que no lo tienen se refleja en diferencias en el perfil

neuropsicológico de los niños con trastorno de cálculo?

4. Si están presentes los problemas de conducta y atención ¿estos influyen en el perfil neuropsicológico de los niños con trastorno de cálculo con respecto a los que no presentan dichos problemas?

HIPOTESIS

1. Los niños con trastorno de cálculo presentarán un menor desempeño en tareas lingüísticas y en aquellas mediadas por el lenguaje como memoria y atención para estímulos verbales, con respecto a sus controles
2. Se encontrarán niños con trastorno de lectura con mayor frecuencia en los niños con trastorno de cálculo que en sus controles.
3. En aquellos niños con trastorno de cálculo y lectura presentarán un menor desempeño en tareas lingüísticas que aquellos que no presenten dislexia.
4. Aquellos que no presentan un trastorno de lectura presentarán un bajo desempeño en tareas no verbales como habilidades espaciales.
5. Se encuentran problemas de conducta con mayor frecuencia en los niños con trastorno de cálculo que en sus controles.
6. La presencia de un problema de conducta producirá bajo rendimiento en el perfil cognoscitivo de tareas atencionales y de funciones ejecutivas con respecto a aquellos que no lo presentan.

OBJETIVOS

General

Obtener las características neuropsicológicas de los niños con trastorno de cálculo y sus controles.

Particulares

1. Identificar los aspectos cognoscitivos en los que existen diferencias y dentro de estos cuales son mediadas por el lenguaje.
2. Identificar la presencia de un trastorno de lectura en los niños del grupo con trastorno de cálculo y sus controles.
3. Identificar las diferencias en el perfil en base a la presencia o ausencia de un

- trastorno de lectura.
4. Obtener la frecuencia de problemas de conducta a través del Cuestionario de Conners.
 5. Identificar las diferencias en el perfil en base a la presencia o ausencia de un trastorno de conducta.

4. METODOLOGÍA

4.1 SUJETOS

Se formaron 2 grupos, cada uno con 30 niños de 5° o 6° grado de primaria seleccionados en 15 escuelas públicas de la zona metropolitana de Guadalajara. El grupo de niños con trastorno de cálculo fue conformado por aquellos que obtuvieron un puntaje en el subtest de aritmética del WRAT menor o igual a 2 desviaciones estándar por debajo de la media

Los niños del grupo control se eligieron posteriormente tomando en cuenta que hubieran obtenido un puntaje en el WRAT entre 0.5 y 1.5 desviaciones estándar por arriba de la media para su grado. Se manejó un límite superior ya que se deseaba evitar comparar ambos extremos de la curva de distribución teórica normal, sino conocer las deficiencias en los niños con bajo rendimiento comparados con niños que rinden dentro de lo normal. Ninguno de los niños fue elegido como control siendo de escuela diferente.

El CI de todos los niños, obtenido a través del formato breve del WISC-RM, fue igual o mayor a 90. Los niños de ambos grupos fueron pareados por género y escuela.

4.1.1 MATERIAL PARA LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA

- a) Wide Range Achievement Test 3ª edición (WRAT-3). Compuesto por 3 subtest para medir el rendimiento en áreas académicas específicas (lectura, ortografía y aritmética). Para el presente trabajo se seleccionó y aplicó exclusivamente la escala de aritmética, la cual tiene la ventaja de no requerir adaptaciones o modificaciones sustanciales. Sólo se tradujeron las

indicaciones escritas, de modo que se aplicaron los mismos reactivos de la versión original y que son usados en otras investigaciones realizadas con esta prueba. Se seleccionó al azar la forma Azul ("Blue") del WRAT3.

- b) Test de Inteligencia de Wechsler para niños en edad escolar en su forma abreviada (Sattler, 1996). Comprende la aplicación de las subescalas de cubos y vocabulario, con cuyos puntajes normalizados se realiza un procedimiento, el cual se explica más adelante, para obtener una estimación del CI.

4.1.2 PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE LOS SUJETOS

Se eligen a los niños de los grados más altos de la educación primaria ya que en estos grados la cantidad de tareas en las cuales se demandan las habilidades matemáticas es mayor, de tal manera que se puede recurrir a una gama más extensa de operaciones para evidenciar un trastorno en dicha área.

Para identificar tanto a los niños con trastorno de aprendizaje de cálculo como a sus controles, sabiendo que la prevalencia reportada es de entre el 3 y el 6% de la población en edad escolar, se consideró como un primer posible criterio de preselección la calificación obtenida en la materia de matemáticas.

Al recolectar los datos se encontró que, debido a que las calificaciones son el resultado del examen más puntualidad, asistencia, tareas, limpieza, conducta, etc., este dato refleja una variedad de cosas y no solamente el rendimiento del niño en habilidades aritméticas por lo que se consideró como otro posible factor de preselección el criterio del maestro, y se le solicitó a cada profesor de grupo que señalase a aquellos alumnos que considerara con problemas para aprender o entender las matemáticas. Se diseñó un cuestionario donde se le pedía al maestro que señalara a aquellos alumnos que tenían problemas en matemáticas y en lectura.

Este procedimiento dependía de la disponibilidad de tiempo de los maestros, por lo que se vio muy limitada a dicho factor, sin embargo, se logró recolectar la información de al menos 660 sujetos de 4°, 5° y 6° de primaria, de los cuales 110 eran considerados con dificultades para adquirir las habilidades

matemáticas y 58 con problemas de lectura.

Al aplicarles una prueba de matemáticas (WRAT3) para determinar su inclusión dentro del grupo con trastornos del cálculo, varios de los niños considerados por el maestro con problema en dicha área no obtenían un puntaje 2 desviaciones estándar por debajo de la media para su edad, lo que hizo pensar en 2 posibilidades: que el criterio de preselección utilizado no era adecuado o que la prueba en sí no media a la población mexicana con precisión, dado que usamos las normas obtenidas de su estandarización en Estados Unidos de Norteamérica.

Debido a ello, se optó por aplicar el WRAT3 a grupos completos de 4º, 5º y 6º de cada una de las 15 escuelas visitadas, por un lado para identificar a los niños con problemas de aprendizaje y por otro lado para verificar la utilidad de las normas originales en nuestra población, las cuales se obtienen como se describe a continuación.

4.1.3 EVALUACION DE LAS HABILIDADES DEL CÁLCULO (WRAT3)

Para poder detectar a los niños que conforman la muestra de la presente investigación necesitábamos un instrumento que pudiera discriminar a los chicos con trastorno de cálculo de aquellos que no lo tuvieran y cumplir así con el criterio del DSM IV que indica que deben desempeñarse sustancialmente por debajo en pruebas estandarizadas para la población.

Se eligió el Wide Range Achievement Test en su versión 3 (WRAT3), desarrollado por Gary S. Wilkinson (1993) (ANEXO A1). Esta prueba es muy utilizada tanto en investigación como en clínica para la detección de problemas de aprendizaje en sujetos con edades comprendidas entre 5 y 75 años.

Está conformada por 3 escalas: lectura, ortografía y cálculo y cada una de ellas tiene dos formas equivalentes para su aplicación, la "azul" y la "café". Ambas formas se pueden aplicar de manera independiente, ofreciendo la posibilidad de realizar un re-test en caso necesario.

La escala de cálculo está constituida de 2 partes: la primera de ellas es oral y se administra a los niños menores de 7 años o a los mayores cuando

fracasan en al menos uno de los 5 primeros reactivos de la parte escrita, segundo fragmento del WRAT3. La parte oral consta de 15 reactivos los cuales comprenden actividades de conteo, lectura de números, determinación y comparación de cantidades y resolución de problemas matemáticos simples de adición o sustracción de dos cantidades de un solo dígito.

En la parte escrita se incluyen -en dos páginas tamaño carta- 40 operaciones de suma, resta, multiplicación, división, fracciones, transformaciones y ecuaciones. La presentación de las operaciones se realiza en orden creciente de dificultad. Para su resolución se otorga como tiempo límite 15 minutos. El puntaje se obtiene contando las operaciones realizadas de manera correcta tanto en la parte escrita como en la oral (Puntaje Bruto Total, PBT). No se hace ningún análisis cualitativo.

Esta prueba fue normalizada en los Estados Unidos de Norteamérica utilizando una muestra total de 4,433 sujetos, de los cuales los que se encontraban en edad escolar fueron seleccionados de escuelas públicas.

Se acudió a escuelas primarias públicas de diferentes zonas de la ciudad y área metropolitana de Guadalajara. Se evaluaron grupos completos de un total de 15 escuelas: se trabajó con 29 grupos de 4º, 31 de 5º y 31 de 6º de primaria. De los 3,112 sujetos evaluados, sólo pudo obtenerse la fecha de nacimiento de 2,954 (929 de 4º, 988 de 5º y 1,037 de 6º grado de primaria), dato necesario para obtener su puntaje estandarizado. Para aplicar la prueba se verificaba que el salón tuviera las condiciones adecuadas para que todos los alumnos pudieran trabajar cómodamente y en su pupitre de forma individual, ya que si era un grupo numeroso se dividía en relación al número de lista y se aplicaba primero a una mitad y luego a otra.

Para cada uno de ellos se calcularon los siguientes datos:

a) el puntaje bruto total (PBT) el cual se obtiene sumando los reactivos correctos en ambas partes de la prueba – cuando no se aplica la parte oral se agregan automáticamente 15 puntos a la sumatoria de la parte escrita-,

b) el puntaje estandarizado de acuerdo con las normas (grupos de edad)

del WRAT3 (PEW). Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 4.1

Edad	N	PBT		PEW	
		Media	DS	Media	DS
9.00 a 9.05	162	29.327	3.240	106.846	11.245
9.06 a 9.11	385	31.247	3.521	107.163	11.761
10.00 a 10.05	400	31.893	3.594	104.445	11.677
10.06 a 10.11	451	32.700	3.829	102.149	11.563
11.00 a 11.05	487	33.456	3.585	100.400	10.689
11.06 a 11.11	510	34.100	3.797	98.850	10.962
12.00 a 12.11	485	34.384	4.012	95.560	11.151

Cuadro 4.1 Medias y desviaciones estándar de los tipos de puntajes obtenidos por edades de los niños evaluados.

Como puede observarse, los PBT obtenidos aumentan con relación a la edad; es decir, a mayor edad mayor PBT. Esto sugiere que los niños mayores tienen más posibilidades de realizar de manera correcta un mayor número de operaciones, como es de esperarse.

Con relación al puntaje PEW, puntaje correspondiente a las normas del WRAT, como puede verse en el cuadro 4.1, los niños mexicanos más pequeños obtienen una media superior a cien, es decir, son sobrevaluados de acuerdo con las normas estadounidenses, mientras que con los sujetos más grandes ocurre lo contrario: obtienen una media inferior a 100 y por lo tanto son subvaluados. Es sólo en el grupo de edad de 11 a 11 años 5 meses en el que la media es cercana al 100. Si los resultados en Guadalajara fueran similares a los obtenidos por Wilkinson en cada grupo de edad, al transformar los puntajes brutos a puntajes normalizados PEW, los resultados hubieran tenido una media cercana a 100 y una desviación estándar de aproximadamente 15. De este hecho se concluye que las normas estadounidenses no son directamente aplicables a la población mexicana.

Por lo tanto, se optó por tomar al PBT, como aquella más apropiada para elegir a los niños de nuestra muestra. Aquellos que puntuaran 2 desviaciones estándar (SD) por debajo de la media serían candidatos para determinar su nivel de inteligencia y una vez catalogada como dentro del rango normal, se incluye en nuestro grupo con trastorno de cálculo.

Por su parte, los niños cuyo puntaje en el WRAT-3 fuera entre 0.5 y 1.5 desviaciones estándar por arriba de la media se incluiría en el grupo sin trastorno de aprendizaje del cálculo. Se eligió este rango, ya que se desean obtener las características cognoscitivas de los niños con trastorno de cálculo con respecto a aquellos que rinden dentro de un rango normal y no contra aquellos que rinden de forma brillante. Esto nos permitiría conocer las áreas bajas y altas en los niños con trastorno de cálculo sin la interferencia de aquellas que hacen que los niños del otro extremo de la curva normal estén ahí. Cuando ningún niño dentro del mismo salón de clases de aquel con trastorno de cálculo cumplía con los requisitos de puntaje en WRAT3, se recurría a otro grupo del mismo grado y de la misma escuela (esto sucedió en 10 casos).

Nos aseguramos que la distribución de los sujetos se obtuvieran de las escuelas de una manera balanceada, para verificar que todos los sujetos tuviesen la misma probabilidad de ser escogidos y no por el hecho de pertenecer a una escuela cuyos miembros en general desempeñan bajo en tareas de matemáticas. En la figura 4.1 podemos observar como se comportan los puntajes brutos del WRAT3 a lo largo de las 15 escuelas, de lo que podemos concluir que no se presenta una escuela cuyos puntajes se encuentren desplazados hacia alguno de los extremos.

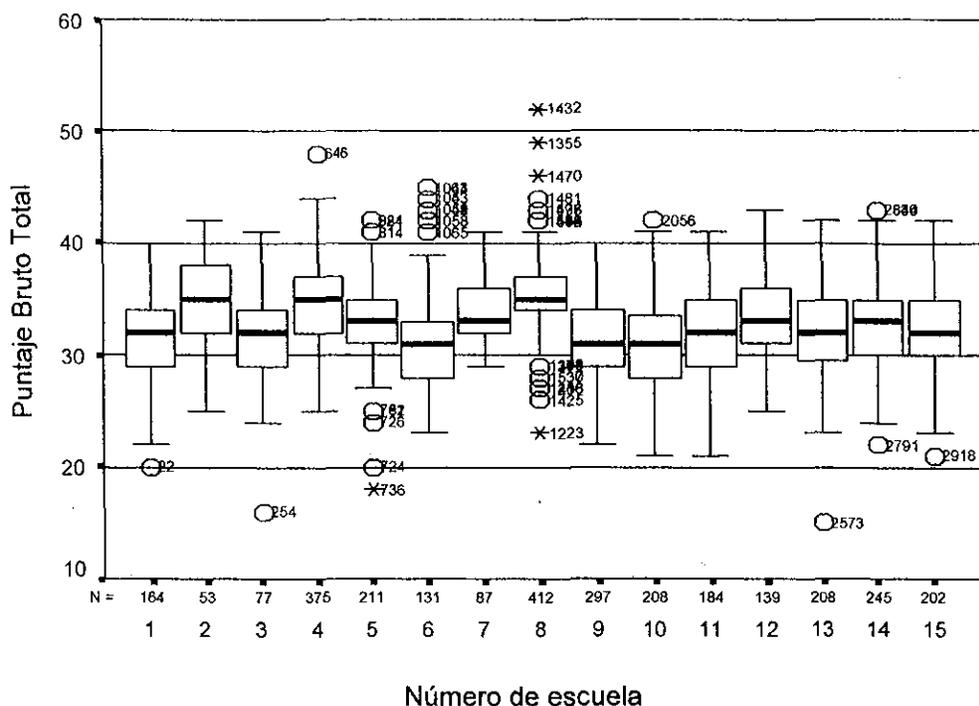


Figura 4.1 Distribución de los puntajes brutos en las 15 escuelas evaluadas.

4.1.4 EVALUACION DEL CI

Se optó por aplicar la forma abreviada del WISC – RM por la rapidez con la que se administra así como para permitirnos analizar los perfiles obtenidos con dicha prueba sin haberlo utilizado en su totalidad como instrumento de selección.

De las diferentes formas abreviadas se seleccionó una que no incluyera a la escala de aritmética, pero que al mismo tiempo tuviera una alta correlación con el CI Total la cual consistió en aplicar completas las escalas de vocabulario y diseño con cubos

Esta forma abreviada es, de acuerdo con Sattler (1996), la más popular ya que ambos subtest tienen una excelente confiabilidad y se correlaciona en gran medida con la escala completa ($r = 0.906$). Después de aplicados dichos subtest, se busca su puntuación normalizada de acuerdo a la edad y posteriormente se obtiene el estimado de CI en tablas que toma Sattler de la investigación de Brooker y Cyr.

Por ejemplo si sumamos los puntajes normalizados de ambas subpruebas obtenemos $12 + 12 = 24$, este resultado se busca en tablas el cual corresponde a un estimado de CI Total de 112. Es en función de este CI que se seleccionó a los sujetos, utilizando como criterio de inclusión para cualquiera de los dos grupos, puntajes iguales o mayores a 90.

Como resultado de los procedimientos ya descritos se obtienen los sujetos tanto del grupo con trastornos de aprendizaje del cálculo como sus controles de la siguiente manera. Ver el cuadro 4.2

	Grupo con Trastorno de Cálculo	Grupo sin Trastorno de Cálculo
N	30	30
Género	14 mujeres y 16 hombres	14 mujeres y 16 hombres
Grado	5°= 3 y 6°= 27	5°= 3 y 6°= 27
Edad (Media)	11.4	11.2
WRAT3	< 27	De 33 a 39
WISC-RM Breve	103.83	117.9

Cuadro 4.2 Descripción de las características que presentan los grupos

- **GRUPO DE NIÑOS CON TRASTORNO DE CÁLCULO**
 - Criterios de inclusión
 - De 5° o 6° grado de primaria.
 - Asistencia regular a la escuela primaria
 - Escuela primaria pública
 - Sin problemas visuales y auditivos no corregidos
 - Sin presencia de daño neurológico adquirido, reportado por los padres.
 - Con un CI breve igual o mayor a 90
 - Con un puntaje en el WRAT3 de 2 desviaciones estándar por debajo para la media de su grado.

- GRUPO DE NIÑOS SIN PROBLEMAS DE CÁLCULO
 - Criterios de inclusión
 - De 5° o 6° grado de primaria.
 - Asistencia regular a la escuela primaria
 - Misma escuela primaria pública del niño con trastorno de cálculo.
 - Sin problemas visuales y auditivos no corregidos
 - Sin presencia de daño neurológico adquirido, reportado por los padres.
 - Con un CI breve igual o mayor a 90
 - Con un puntaje en el WRAT3 de 0.5 a 1.5 desviaciones estándar por arriba de la media de su grado.
 - Criterios de exclusión
 - No tener las evaluaciones completas
 - La no autorización de los padres para participar en el estudio.

4.2 MATERIAL PARA LA INVESTIGACION

Escala de inteligencia Wechsler para niños en edad escolar, revisión mexicana - WISC-RM (1984). Se aplicó el resto de las tareas y se obtuvieron los puntajes normalizados de los 12 subtest que componen las 2 escalas, así como el CI Total, Verbal y de Ejecución. Las medidas consideradas son:

- CI Verbal
 - Información
 - Semejanzas
 - Aritmética
 - Vocabulario
 - Comprensión
 - Retención de Dígitos
- CI de Ejecución
 - Figuras Incompletas
 - Ordenación de dibujos
 - Cubos
 - Composición de objetos
 - Claves
 - Laberintos
- CI Total

Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI). El objetivo de esta prueba es examinar el perfil neuropsicológico de la población infantil hispana. Consta de 12 dominios cognoscitivos con sus tareas correspondientes.

- Habilidades constructivas
- Memoria (Codificación)
- Habilidades perceptuales
- Memoria (Evocación diferida)
- Lenguaje
- Habilidades metalingüísticas
- Lectura
- Escritura
- Cálculo
- Atención
- Habilidades espaciales
- Habilidades conceptuales

La ENI también incluye un apartado que valora funciones ejecutivas como:

- Fluidez verbal y gráfica
- Planeación y organización
- Flexibilidad cognoscitiva.

Contiene un cuestionario para padres el cual permite obtener antecedentes de los niños.

Cuestionario Conners para maestros (Versión de 39 reactivos) (ANEXO A2). Es un cuestionario que proporciona medidas para identificar una variedad de problemas conductuales en niños de 4 a 12 años de edad. Se califica cada uno de los reactivos en una escala de 4 puntos (0 es nunca y 3 es mucho). Las puntuaciones brutas de cada factor se transforman a puntajes T (M= 50 y DS=10). Las puntuaciones T > a 70 podrían indicar áreas problemáticas. Esta versión para maestros permite obtener 6 factores conductuales:

- Hiperactividad
- Problemas de conducta
- Sobreindulgencia emocional
- Ansiedad-pasividad
- Asocial
- Ensoñación-problemas de atención.

Texto “Bongo y las Zorzamoras” (290 palabras) (ANEXO A3). Se eligió este texto por haber demostrado su validez de discriminación en estudios previos (Suro, 1997; Matute et al, 2000; López Ángel, 2002). En este se le pide a cada niño que lea el texto en voz alta. Se analizaron dos aspectos:

- Velocidad de lectura: El tiempo total que requirió el niño para la lectura del texto se dividió entre la cantidad de palabras leídas.
- Modificaciones: Se consideró modificación cualquier sustitución a una palabra que el niño cometa durante la lectura, considerando solamente aquellas que no sean corregidas por el niño de manera espontánea.

Para determinar que un niño tenía un trastorno de lectura se consideró que su velocidad de lectura fuera 1.5 desviaciones estándar por debajo de la media reportada por López Ángel (2002) para su grado escolar, y un número de modificaciones por arriba de 1.5 desviaciones estándar.

4.3 VARIABLES

Variable Independiente: Habilidades en el cálculo:

- Con presencia de trastorno de cálculo que al valorarlo en el WRAT3 es 2 SD por debajo de la media para el grado.
- Sin trastorno de cálculo, con un rendimiento en el WRAT3 de entre 0.5 y 1.5 SD por arriba de la media para el grado.

Variable Dependiente:

- Escalas y subescalas del WISC
 - 6 subtest de cada escala
 - 2 CI de Escala
 - CI Total
- Escalas y subescalas de la ENI
 - 12 dominios cognoscitivos
 - Funciones ejecutivas
- Escalas del Conners
 - 6 subescalas.
- Presencia de un trastorno de lectura

4.4 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION

Una vez identificados los sujetos con rendimiento en el WRAT3 2 SD por debajo de la media y cuyo CI breve fuera mayor a 90, se buscó dentro del mismo grupo a aquel que cubriera los requisitos para nuestro grupo control (con un puntaje en el WRAT3 entre 0.5 y 1.5 SD por arriba de la media para el grado). Cuando no fue posible (3 casos), se buscaba en otro grupo de la misma escuela y grado. Se procedió a aplicar la batería de pruebas de forma contrabalanceada.

En la mayoría de los casos, la evaluación se realizó dentro del horario escolar, en el área de entrevistas del grupo USAER o en algún espacio independiente disponible dentro de la institución. Se aplicaron las pruebas en sesiones de 50 minutos hasta terminar la evaluación.

Los padres contestaron el cuestionario de la ENI en casa y posteriormente lo entregaron y por su parte, los maestros contestaron la escala Conners.

4.5 ANALISIS DE DATOS

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó la prueba t para grupos independientes de dos colas. Los datos se analizaron utilizando el programa de análisis estadístico computarizado SPSS. Las diferencias se consideraron significativas a partir de $p < 0.010$

5 RESULTADOS

5.1 WISC-RM

Los puntajes normalizados del CI obtenidos a través del WISC-RM alcanzan diferencias significativas ($p < 0.000$) entre los grupos tanto en el CI total como en sus 2 componentes: el CI verbal y el CI de ejecución. Donde el grupo con trastorno de aprendizaje de cálculo se desempeña por debajo que aquellos sin problemas, en todas las medidas. Ver cuadro 5.1

Al analizar cada una de las subpruebas que componen las escalas, las diferencias altamente significativas ($p < 0.010$) se presentan en la mayoría de las tareas de la escala verbal (excepto comprensión), mientras que en la escala de ejecución se presentan diferencias solamente en las subpruebas de cubos y claves ($p < 0.000$) como se puede observar en la siguiente tabla.

Subtest y Escalas del WISC-RM

	Grupo con trastorno de cálculo		Grupo sin trastorno de cálculo		Valor de t	Valor de p
	Media	SD	Media	SD.		
Información	8.23	3.30	12.7	3.46	-5.122	0.000
Semejanzas	11.07	2.45	14.60	2.92	-5.079	0.000
Aritmética	6.70	3.22	12.40	2.76	-7.362	0.000
Vocabulario	10.07	2.73	12.07	2.29	-3.076	0.003
Comprensión	11.73	2.21	13.28	2.71	-2.304	0.025
Retención de Dígitos	9.63	2.81	12.57	2.76	-4.077	0.000
Fig. Incompletas	12.53	2.16	13.50	1.98	-1.807	0.076
Ordenación de dibujos	10.23	2.76	10.97	2.75	-1.031	0.307
Cubos	10.93	1.68	13.43	1.92	-5.360	0.000
Composición de objetos	10.10	1.54	11.07	2.30	-1.911	0.061
Claves	9.73	2.43	12.20	2.35	-3.989	0.000
Laberintos	10.73	2.74	11.10	2.06	-0.586	0.560
Ci Verbal	97.27	13.31	121.70	14.16	-6.888	0.000
Ci de Ejecución	104.57	7.92	114.87	10.84	-4.203	0.000
Ci Total	101.13	9.06	120.37	11.75	-7.100	0.000

Cuadro 5.1 Medias de puntajes normalizados, desviaciones estándar (SD), valor de t y nivel de significancia (p) de cada una de las subescalas del WISC-RM.

5.2 EVALUACION NEUROPSICOLÓGICA INFANTIL (ENI)

Las medias y desviaciones estándar de los puntajes brutos obtenidos en la ENI se presentan en el siguiente cuadro:

Habilidades cognoscitivas (ENI)

	Grupo con problemas de cálculo		Grupo sin problemas de cálculo		Valor de t	Valor de p
	Media	SD	Media	SD		
Habilidades constructivas	38.23	4.59	40.35	3.97	-1.911	0.610
Memoria inmediata	68.18	9.36	77.63	10.49	-3.435	0.001
Percepción	84.93	6.48	87.9	6.53	-1.767	0.083
Evocación diferida	97.25	9.14	102.78	11.13	-2.104	0.040
Lenguaje	67.88	4.34	72.78	4.34	-4.369	0.000
Habilidades metalingüísticas	18.23	4.29	22.73	3.40	-4.507	0.000
Lectura	136.37	7.8	141.23	6.79	-2.578	0.010
Escritura	96.97	26.15	126.67	14.07	-5.479	0.000
Cálculo	53.3	6.92	71.07	6.26	-10.426	0.000
Habilidades Espaciales	30.67	6.92	34.5	4.28	-2.580	0.010
Atención	62.63	12.9	72.03	13.2	-2.790	0.007
Habilidades conceptuales	13.7	4.7	19.5	3.81	-5.206	0.000

Cuadro 5.2 Medias de los puntajes brutos, desviaciones estándar (SD) y nivel de significancia (p) de las tareas en la ENI que evalúan las habilidades cognoscitivas.

Al explorar las funciones cognoscitivas, queda en evidencia diferencias con una significancia entre $p < 0.000$ hasta $p < 0.01$ en tareas como lenguaje, lectura, escritura, habilidades conceptuales, cálculo, atención, habilidades espaciales, memoria inmediata y habilidades metalingüísticas. Las tareas que no muestran diferencias significativas son habilidades constructivas, evocación diferida y perceptuales.

Al adentrarnos a analizar las diferencias por áreas cognoscitiva y sus subáreas encontramos que en la memoria inmediata tanto en su vertiente visual como auditiva se encuentran diferencias significativas ($p < 0.01$) en comparación con la evocación diferida, donde la diferencias solamente se presentan en la vertiente visual. Ver cuadro 5.3

Memoria

	Grupo con problemas de cálculo		Grupo sin problemas de cálculo		Valor de t	Valor de p
	Media	SD	Media	SD		
Memoria inmediata						
Auditiva verbal	39.68	5.4	43.63	6.14	-2.646	0.010
Visual	29.13	6.27	34	6.09	-3.050	0.003
Evocación Diferida						
Auditiva verbal	46.43	5.82	49.03	7.46	1.505	0.138
Visual	50.52	4.96	53.78	5.27	-2.472	0.010

Cuadro 5.3 Medias de puntajes brutos, desviaciones estándar (SD) y nivel de significancia (p) para tareas de memoria.

En tareas de repetición, comprensión y expresión del lenguaje se reflejan diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en todas las áreas. Las tareas de lectura, se conformaron en 3 grandes grupos, para su análisis: en la precisión, comprensión y velocidad lectora, donde las diferencias significativas ($p < 0.01$) se encuentran en las 2 últimas pero no en la primera, como se puede apreciar en el cuadro 5.4

Lenguaje, lectura y escritura

	Grupo con problemas de cálculo		Grupo sin problemas de cálculo		Valor de t	Valor de p
	Media	SD	Media	SD		
Lenguaje						
Repetición	26.27	4.20	28.67	1.50	-2.948	0.005
Expresión	13.10	2.92	14.90	2.20	-2.697	0.009
Comprensión	27.78	1.73	29.22	2.23	-2.787	0.007
Lectura						
Precisión	30.67	2.28	31.30	1.88	-1.175	0.245
Comprensión	16.13	3.29	18.70	2.73	-3.289	0.002
Velocidad lectora	171.94	59.77	224.70	75.15	-3.008	0.004
Escritura						
Precisión	54.97	16.83	72.41	8.75	-4.970	0.000
Velocidad de la escritura	30.39	13.89	33.67	6.92	-1.159	0.000
Composición narrativa	93.83	31.35	104.73	26.33	-1.458	0.150

Cuadro 5.4 Medias de los puntajes brutos, desviaciones estándar (SD) y nivel de significancia (p) de las tareas en la ENI que evalúan lenguaje, lectura y escritura.

Las habilidades de escritura se dividieron en precisión, velocidad de la escritura y composición narrativa dentro de las cuales se encuentran diferencias altamente significativas en las dos primeras pero no así en la última.

Respecto a tareas de cálculo existen diferencias altamente significativas ($p < 0.010$) en la gran mayoría de las tareas realizadas excepto en ordenamiento de cantidades y serie directa como se puede apreciar en el cuadro 5.5

Cálculo						
	Grupo con problemas de cálculo		Grupo sin problemas de cálculo		Valor de t	Valor de p
	Media	SD	Media	SD		
Cálculo						
Conteo	6.23	1.20	7.00	1.05	-2.640	0.010
Lectura de Números	5.23	1.43	7.43	0.97	-6.968	0.000
Escritura de Números	5.37	1.13	7.10	1.10	-6.039	0.000
Comparación de números	4.50	2.60	7.20	1.52	-4.917	0.000
Ordenamiento de cantidades	7.77	0.90	8.00	0.00	-1.424	0.160
Serie directa	7.27	0.64	7.53	0.57	-1.703	0.094
Serie inversa	4.73	2.42	7.10	1.71	-4.375	0.000
Cálculo mental	7.43	1.80	10.70	1.06	-8.595	0.000
Cálculo escrito	4.90	1.60	9.17	2.28	-8.392	0.000

Cuadro 5.5 Medias de los puntajes brutos, desviaciones estándar (SD) y nivel de significancia (p) para tareas de cálculo que evalúa la ENI.

Dentro de las habilidades atencionales, las diferencias significativas ($p < 0.010$) se presentan tanto en la vertiente visual como en la auditiva. En lo que respecta a las habilidades espaciales, cuando se agrupan en tareas de verbales y no verbales, se encuentran diferencias significativas ($p < 0.010$) solamente en la primera y no en la última (Ver cuadro 5.6).

Por su parte las habilidades conceptuales, que incluyen la solución de problemas matemáticos, tareas de encontrar similitudes y matrices, las diferencias significativas ($p < 0.010$) se manifiestan en todas ellas como se puede apreciar en el cuadro 5.6

Habilidades atencionales, espaciales y conceptuales

	Grupo con problemas de cálculo		Grupo sin problemas de cálculo		Valor de t	Valor de p
	Media	SD	Media	SD		
Atención						
Visual	54.10	12.83	62.67	12.85	-2.790	0.010
Auditiva	8.50	1.01	9.37	1.22	-3.003	0.004
Habilidades Espaciales						
Verbales	16.23	5.99	19.4	3.71	-2.461	0.010
No verbales	14.43	1.36	15.10	0.99	-2.171	0.034
Habilidades conceptuales						
Problemas numéricos	4.30	1.29	5.57	0.94	-4.353	0.000
Similitudes	5.53	3.21	8.57	2.22	-4.252	0.000
Matrices	3.87	2.22	5.40	1.85	-2.903	0.005

Cuadro 5.6 Medias de los puntajes brutos, desviaciones estándar (SD) y nivel de significancia (p) de las tareas en la ENI que evalúan las habilidades espaciales, conceptuales y atencionales.

De entre las funciones ejecutivas se evaluaron la fluidez, flexibilidad cognoscitiva y planeación y organización. Dentro de la primera encontramos diferencias significativas en aquella fluidez que es gráfica pero no en la verbal. En el resto de las tareas no se encuentran diferencias significativas.

Funciones Ejecutivas						
	Grupo con problemas de cálculo		Grupo sin problemas de cálculo		Valor de	Valor de
	Media	SD	Media	SD	t	p
Fluidez						
<i>Fluidez verbal semántica</i>						
- De animales	15.48	3.66	17.43	4.05	-1.904	0.062
- De frutas	10.6	1.92	11.9	2.76	-2.118	0.039
<i>Fluidez fonológica</i>	6.6	2.71	8.33	3.35	-2.204	0.031
Fluidez gráfica semántica	14.00	5.22	17.8	6.67	-2.458	0.010
Fluidez gráfica no semántica	6.27	4.5	11.6	5.76	-3.997	0.000
Flexibilidad cognoscitiva						
No. de ensayos administrados	51.83	4.82	48.73	6.58	2.081	0.042
Correctos	32.17	5.82	32.13	5.15	0.023	0.981
No. De categorías	1.97	0.81	2.37	0.72	-2.025	0.047
Incapacidad para mantener la organización	0.4	0.86	0.13	0.43	1.523	0.133
Planeación y organización						
Aciertos en movimientos y figura	7.67	1.83	8.33	1.58	-1.511	0.136
Aciertos en figura	10.5	0.78	10.83	0.38	-2.112	0.039
Total de movimientos	65.33	8.21	61.47	6.78	1.989	0.051

Cuadro 5.7 Medias de los puntajes brutos, desviaciones estándar (SD) y nivel de significancia (*p*) de las tareas en la ENI que evalúan las funciones ejecutivas.

5.3 Resultados del Cuestionario de Conners

En el cuestionario de Conners nuestra muestra se redujo por los pocos instrumentos que nos fueron devueltos por los maestros, por lo que en esta prueba tenemos 20 sujetos del grupo con trastornos del cálculo y 19 de los controles. En ninguna de las medidas muestran diferencias significativas como se puede apreciar en el cuadro 5.8

Cuestionario Conners para maestros

	Grupo con problemas de cálculo N = 20		Grupo sin problemas de cálculo N = 19		Valor de t	Valor de p
	Media	SD	Media	SD		
Sobre-indulgencia emocional	48.10	5.01	49.63	9.17	-0.652	0.519
Ansiedad – Pasividad	51.65	12.40	45.21	5.77	2.061	0.046
Asocial	51.05	8.77	50	7.30	0.405	0.688
Ensoñación	55.10	12.63	49.37	9.36	1.603	0.117
Hiperactividad	49.90	6.70	48.53	8.75	0.552	0.584
Trastorno de conducta	48.35	7.01	49.21	9.05	-0.333	0.741

Cuadro 5.8 Medias de puntajes T (M= 50; SD = 10 – Sattler, 1996), desviaciones estándar (SD) y nivel de significancia (p) de las subescalas que componen a la escala de Conners para padres (de 48 reactivos).

Al indagar en los casos individuales la presencia de un puntaje mayor a 70 (2 desviaciones estándar por arriba de la media), ninguno de los niños y en ninguna de las medidas superó tal puntaje como para considerar la presencia de un problema de conducta que en dicho cuestionario se miden. Por lo que en nuestra muestra, utilizando este cuestionario, no se encontraron niños con problemas de la conducta.

cálculo solo de aquellos que además tienen un trastorno de lectura?

¿El trastorno de cálculo se manifiesta en una variedad de tareas de cálculo o sólo en algunas?

¿Existen trastornos conductuales específicos presentes en nuestra muestra que puedan influir en el perfil neuropsicológico de los niños con trastorno de cálculo?

¿Es posible identificar elementos que apoyen la existencia de un Síndrome de Gerstmann del desarrollo?

Con relación a la ejecución de nuestra muestra en el WISC- RM nos interesa saber entonces si

¿Existen diferencias en el CI Total obtenido a través del WISC-RM entre los niños con trastorno del cálculo y sus controles?

Si bien se utilizó como criterio de inclusión para ambos grupos el tener un CI dentro del rango normal, es decir igual o superior a 90 puntos, el grupo con trastorno de cálculo presentó una puntuación normalizada significativamente más baja que el grupo control tanto en el CI Total como en las escalas verbal y de ejecución. En población abierta se ha reportado la existencia de una relación entre CI y rendimiento en tareas de aritmética y se ha llegado a proponer que las habilidades en matemáticas podrían considerarse como buenos predictores de la inteligencia general (Ardila, Galeano y Rosselli, 1998; Ardila y Rosselli, 2000). Sin embargo, nuestra muestra es diferente en al menos 2 y media desviaciones estándar en su rendimiento en tareas de cálculo, no así en su capacidad intelectual. Por lo que la relación referida en la población normal entre el desempeño en tareas de cálculo como predictor de la capacidad intelectual no es tal en nuestra muestra.

Con todo y que encontramos diferencias en el CI total, profundizando en el análisis de los resultados obtenidos a través de las escalas del WISC-RM podríamos preguntarnos si:

¿Existen diferencias entre el CI Verbal y el CI de Ejecución que nos permitan diferenciar a los niños con trastorno de cálculo de niños sin él?

Al analizar las diferencias entre el CI Verbal (CIV) y el CI de Ejecución (CIE), tanto dentro del grupo con trastorno del cálculo como en sus controles, se encuentran diferencias altamente significativas, sin embargo para el grupo con trastorno del cálculo la relación se da $CIV < CIE$ ($p < 0.009$) mientras que para el grupo control es $CIV > CIE$ ($p < 0.015$). Nuestros resultados concuerdan con los reportados en otras investigaciones generales de trastornos del aprendizaje, donde se afirma que, dentro de la escala de Wechsler los niños con este tipo de problemas tienden a tener bajo desempeño en subtest verbales que en los de ejecución (Rourke y Conway, 1997; Murdoch y Selz, 1995; Ardila y Rosselli, 2000).

De acuerdo con algunos autores (Rourke y Conway, 1997; Murdoch y Selz, 1995) la escala verbal tienen una variedad de componentes que han sido englobados en habilidades atribuibles al funcionamiento del hemisferio izquierdo y los de la escala de ejecución al hemisferio derecho, por lo que de acuerdo a los resultados de sus investigaciones se proponía la existencia de un grupo de niños con trastorno de cálculo asociado a problemas de lectura y escritura que manifestaban alteraciones de hemisferio izquierdo y que cuando el problema de cálculo se presentaba independiente el perfil apuntaba a un problema con características no verbales, más de manejo espacial y se le asocia al hemisferio derecho.

Dado que existen diferencias significativas entre los niños con trastorno de cálculo y sus controles, en una gran variedad de tareas de tipo verbal ya que prácticamente todos los subtests de la escala verbal excepto en comprensión presenta diferencias significativas a diferencia de la escala de ejecución solamente en cubos y claves podríamos afirmar que de acuerdo a los resultados de la presente investigación, los niños con trastorno del cálculo parecen estar más asociados con el funcionamiento del hemisferio izquierdo, es decir, asociado a un trastorno de aprendizaje de los categorizados "verbales", sin embargo, como D'Angiulli (2003) menciona, los subtests que componen dichas escalas del WISC

destaca la poca presencia de errores en ambos grupos en la primera tarea y en la segunda parece que existen posibilidades similares de cometer errores sin importar el grupo al que pertenezcan e igualmente los errores que cometen son pocos.

¿Existen trastornos conductuales específicos (TDAH) presentes en nuestra muestra que puedan influir en el perfil neuropsicológico de los niños con trastorno de cálculo?

En la presente investigación, ninguno de los niños ni con trastorno de cálculo ni sus controles obtuvo una T mayor a 70 en ninguna de las 6 escalas que componen al cuestionario Conners y tampoco se encuentran diferencias significativas al comparar ambos grupos entre sí, por lo que podríamos afirmar que en nuestra muestra no se presentaron trastornos conductuales tales como los evaluados por dicho cuestionario.

Estos resultados apuntan a que las diferencias en el perfil no están influidos por la presencia de un trastorno conductual como el TDAH, y que la presencia de diferencias significativas en funciones ejecutivas reportadas en otros estudios se explican en función del TDAH y no del trastorno de cálculo como tal (Shalev, Manor y Gross-Tsur, 1997).

¿Es posible identificar elementos que apoyen la existencia de un Síndrome de Gerstmann del desarrollo?

De acuerdo a los resultados, encontramos una gama de diferencias entre las cuales, la escritura, las habilidades espaciales y en el cálculo son aquellas en las que se encuentran diferencias y que conforman dicho síndrome. Sin embargo, no se presentan diferencias significativas en tareas práxicas y las tareas que implican percepción táctil no evalúan agnosia digital como para conformar el síndrome.

¿Qué limitaciones se consideran en el presente estudio?

Consideramos que una de las limitaciones que manifiesta el presente estudio es el número de sujetos, ya que al momento de distinguir la presencia o ausencia del trastorno de lectura o de conducta nuestros grupos se redujeron y bajo dichas circunstancias los resultados estadísticos podrían variar con un grupo más representativo que nos permitiera llegar a conclusiones más confiables y generalizables a la población.

En algunas de las tareas evaluadas los instrumentos no son tan específicos como los reportados en la literatura, por lo que no fue posible comparar nuestros resultados con aquellos.

Considerar la modalidad de entrevista para aplicar escalas de detección de trastornos conductuales, y así evitar, en la medida de lo posible, perder sujetos y recoger de forma fidedigna la información.

¿Qué relevancia tiene el presente trabajo?

Si bien existen trabajos sobre el desarrollo de las habilidades de cálculo en la población mexicana considerando como objeto de estudio sujetos normales, consideramos al presente como un trabajo pionero en su área, ya que se encuentran pocos estudios en niños con trastorno de cálculo en la población mexicana y aun más, en la población latina. A lo que se le suma el hecho de ser un trastorno abordado desde una perspectiva no encasillada a funciones específicas si no que partan desde un amplio espectro de funciones cognitivas y ejecutivas básicas dando la posibilidad de analizar los diferentes aspectos que intervienen así como los que se conservan a pesar de la presencia del trastorno de cálculo y de lectura.

Así mismo, se puede considerar como un estudio que sirva de plataforma a futuras investigaciones, como estudios longitudinales que permitan observar si existen cambios en las características neuropsicológicas conforme la edad y el

acalculies au cours des lésions retrorolandiques. *Revue Neurologique*, 105, 85-103.

Hitch, Graham (1991) Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British Journal of Psychology* 82 (3) 375 – 386.

Isaacs, E.B., Edmonds, C.J., Lucas, A. y Gadian, D.G. (2001) Calculation difficulties in children of very low birthweight. *Brain* 124 (9) 1701- 1707

Johnson, D. y Myklebust, H. (1967) *Learning disabilities: Educational principles and practices*. New York: Grune and Stratton.

Kavale, K.A. y Forness, S.R. (2000) What definitions of learning disability say and don't say: A critical analysis. *Journal of learning disabilities*, 33 (3), 239-256.

Keller, C.E. y Sutton, J.P. (1991). Specific mathematics disorders. En J.E. Obrzut y G.W. Hynd (Eds.), *Neuropsychological foundations of learning disabilities: A handbook of issues, methods, and practice* (pp. 549-571). Orlando, FL: Academic Press.

Kinsbourne, M. and Warrington, E.K. (1963). The developmental Gerstmann syndrome. *Archives of Neurology*, 8, 490-501.

Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities* 7, 164 – 177.

Lenneberg (1991). *Neuropsychological Foundations of Learning Disabilities*. Academic Press Inc.

Lewis, C., Hitch, G. Y Walker, P. (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9 to 10 year-old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 35 (2) 285-292.

Light, J.G. y DeFries, J.C. (1995) Comorbidity of reading and mathematics disabilities: Genetic and environmental etiologies. *Journal of Learning Disabilities*, 28: 96 – 106.

López Ángel, A. (2002) Estudio longitudinal sobre la lectura de un texto narrativo en niños con dificultades de la lectura. Tesis para obtener el grado de maestría. Doctorado en Ciencias del Comportamiento. Opción: Neurociencias. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Luria, A.R. (1986) *Las funciones corticales superiores del hombre*. México, D.F: Fontamara.

Luria, A.R. (1984) *El cerebro en acción*. México, D.F: Ed. Martínez Roca.

Matute, E., Leal, F. y Zarabozo, D. (2000) "Coherence in short narratives written by Spanish-speaking children with reading disabilities". *Applied Neuropsychology*. 7 (1): 47-60.

Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A. y Ostrosky, F. (En prensa) *Evaluación neuropsicológica infantil*. México: Manual Moderno/Universidad de Guadalajara/ UNAM

Mazzocco, M.M. (2005) Challenges in Identifying Target Skills for Math Disability screening and Intervention. *Journal of Learning Disabilities*: 38 (4) PG. 318-323.

McCarthy, R. A. Y Warrington, E.K. *Cognitive Neuropsychology*. London: Academic Press.

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

McCloskey, M., Caramazza, A. and Basili, A. (1985) Cognitive mechanisms in number processing and calculation: evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4,171-196.

McCloskey, M. and Caramazza, A. (1987). Cognitive mechanisms in normal and impaired number processing. In G. Deloche and X. Seron (Eds) *Mathematical disabilities: A cognitive neuropsychological perspective* (pp. 201-220) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

McLean, J.F. y Hitch, G.J. (1999) Working memory impairments in children with specific arithmetical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 240-260.

Molko, N., Cachia, A., Riviere, D., Mangin, J.F., Bruandet, M., LeBihan, D., Cohen, I. y Dehaene, S., (2004) Brain Anatomy in Turner Syndrome: Evidence for impaired social and spatial-numerical networks. *Cerebral cortex*, 14 (8) 840- 850.

Murdock, E. Y Selz, M. (1995) Neuropsychological bases of common learning and behavior problems in children. En Reynolds, C. Y Fletcher-Janzen, E. (Eds) *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum Press.

Neumärker, K-J. (2000) Mathematics and the brain: uncharted territory? *European Child & Adolescent Psychiatry*. 9 (2) pgs. 2 – 10.

Obrzut, J. E. y Hynd, G. W. (1991), *Neuropsychological foundations of learning disabilities: A handbook of issues, methods, and practice*. Orlando, FL: Academic Press.

Organización Mundial de la Salud (1992) *Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas de Salud (CIE-10)*. WHO, Geneva.

Ostad, S.A. (1998b). Comorbidity between mathematics and spelling difficulties. *Long Phon Vowel*, 23, 145 –154.

Rosselli, M. (1997) Discalculia. En Rosselli, M., Ardila, A., Pineda, D. Y Lopera, F. (Eds) *Neuropsicología Infantil*. Colombia: Prensa Creativa.

Rourke, B.P. (1989) *Nonverbal learning disabilities: the syndrome and the model*. New York: Guilford Press.

Rourke, B.P. (1993) Arithmetic disabilities, specific and otherwise: A neuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 214-300.

Rourke, B.P. y Conway, J. A. (1997) Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning: perspectives from neurology and neuropsychology. *Journal of Learning Disabilities* 30 (1) 34 –47.

Russell, R.L. y Ginsburg, H.P. (1984) Cognitive analysis of children`s mathematical difficulties. *Cognition and Instruction*, 1, 214-226.

Sattler, J.M. (1996) *Evaluación Infantil*. México, D.F: Manual Moderno.

Shalev, R.S., Auerbach, J., Manor, O. y Gross-Tsur, V. (2000) Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9 (II) 58 – 64.

Shalev, R.S., Manor, O. y Gross-Tsur, V. (1997) Neuropsychological aspects of developmental dyscalculia. *Mathematical cognition* 3 (2), 105- 120.

Shalev, R.S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y. y Gross-Tsur, V. (2001) Developmental dyscalculia is a family learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34, pgs. 59 – 65.

Silver, C.H., Pennett, D., Black, J., Fair, G. y Balise, R. (1999) Stability of Arithmetic Disability Subtypes. *Journal of Learning Disabilities*: 32 (2), pgs. 108-119.

Spreeen, O., Risser, A. Tuokko, H. y Edgell, D. (1984) *Human Developmental Neuropsychology*. New York: Oxford University Press.

Strang, J. D. and Rourke, B. P. (1985). Arithmetic disabilities subtypes: The neuropsychological significance of specific arithmetic impairment in childhood. In: B. P. Rourke (Ed), *Neuropsychology of learning disabilities*. New York: The Guilford Press.

Suro, J. (1997) La lectura de un texto narrative por niños con problemas en el aprendizaje de la lengua escrita. Tesis presentada para obtener el grado de maestría en investigación en ciencias de la educación. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Temple, C.M. (1989). Digit dislexia: A category-specific disorder in developmental dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology* 6(1) 93-116.

Temple, C.M. (1992) Developmental dyscalculia. En Segalowitz y Rapin: *Handbook of Neuropsychology: Child Neuropsychology, Vol. 7*. Elsevier Science Publishers.

Temple, C.M. (1997) *Developmental Cognitive Neuropsychology*. UK: Psychology Press.

Temple, C.M. y Sherwood, S. (2002) Representation and retrieval of arithmetical facts: Developmental difficulties. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A, 733-752.

Von Aster, M. (2000) Developmental cognitive neuropsychology of number processing an calculation: varieties of developmental dyscalculia. *European Child*

& *Adolescent Psychiatry*, 9, II, 41-57.

Wechsler, D. (1984) *Escala de inteligencia revisada para el nivel escolar*. México, D.F: Ed. Manual Moderno.

Wilkinson, G. S. (1993) *The Wide Range Achievement Test*. USA: Wide Range, Inc.

ANEXOS

- A1. Wide Range Achievement Test 3 –WRAT3 forma “azul”**
- A2. Reactivos de la sección oral del WRAT3**
- A3. Texto “Bongo y las Zarzamoras”**
- A4. Cuestionario de Connors para Maestros**

WRATES

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Fecha: _____ Fecha Nac: _____ No. Lista: _____

Escuela: _____ Grado / grupo: _____

Domicilio: _____ Colonia: _____

Teléfono: _____ Padre ó tutor: _____

REDUCE TU RESPUESTA A SU MINIMA EXPRESION

1 + 1 = _____ $\frac{5}{-1}$ 2 + 7 = _____ 8 - 4 = _____ $\frac{32}{+40}$

$\frac{9}{+3}$ $\frac{36}{-15}$ 3 x 4 = _____ $\frac{68}{+23}$ $\frac{7}{x6}$

$\frac{23}{x3}$ $\frac{33}{-17}$ 6 + 2 = _____ $\sqrt[4]{16}$ $\frac{17}{x4}$

$\frac{724}{-597}$ $\frac{229}{5048}$ $\frac{63}{+1381}$ $\frac{15}{5} =$ _____ $9\sqrt{4527}$ $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} =$ _____

$2\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2} =$ _____ $\frac{823}{x96}$.42 = _____ % $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} =$ _____ $\frac{38}{x2.4}$

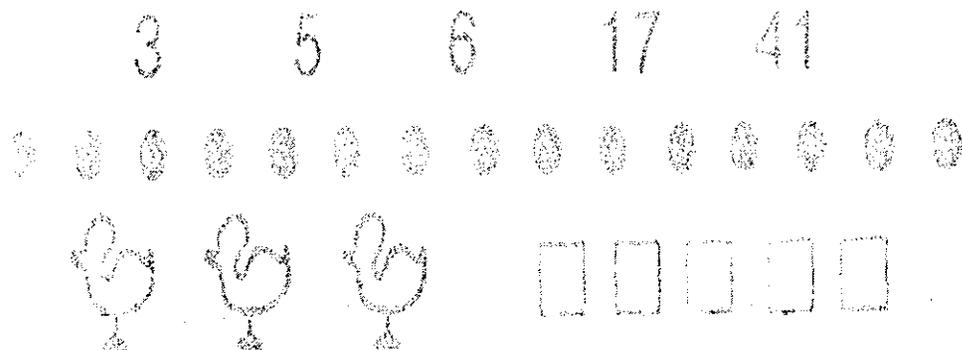
$$\begin{array}{r}
 7 \\
 10 \\
 + 4 \\
 \hline
 21
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 10 \\
 + 7 \\
 \hline
 17
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 p = 3x + 6 \\
 r = 1 \\
 3x = 2y + 10 \\
 2x = y + 7 \\
 r = \dots
 \end{array}$$

Reactivos de la sección oral del WRAT3

1. Usando tu dedo para contar dime ¿Cuántos patos hay aquí?
2. Ahora ¿Cuántos cuadros hay aquí?
3. Usando tu dedo para contar dime ¿Cuántos puntos hay aquí?
4. ¿Qué número es éste?
5. ¿y este? (igual para los reactivos 6, 7 y 8)
9. Muéstrame tres dedos
10. Ahora muéstrame ocho dedos
11. ¿Qué número es mayor el 9 o el 6?
12. ¿Qué número es mayor el 42 o el 28?
13. Si tienes tres pesos y gastas uno ¿cuántos te quedan?
14. ¿Cuántas son 3 manzanas más 4 manzanas?
15. Si tienes 9 canicas y pierdes 3 ¿cuántas te quedan?



BONGO Y LAS ZARZAMORAS

Los tres cochinitos querían pastel de zarzamoras de postre. –Haré la masa- comentó Práctico-, mientras van ustedes a recoger las zarzamoras. Procuren traer las más maduras que encuentren.

Violinista y Flautista se dirigieron al huerto con una canasta, pero cuando llegaron al arbusto de las zarzamoras se dieron cuenta de que no había zarzamoras en la parte baja.- Allá arriba hay unas maduras como nos las encargó Práctico -dijo Flautista-. Pero, ¿Cómo vamos a alcanzarla?

Los dos contemplaban el arbusto sin saber que hacer, cuando en eso, escucharon una voz proveniente de la entrada.

Al volver la cara vieron un oso que llevaba puesto un sombrero de color rojo que hacía juego con su chaqueta y que se balanceaba graciosamente sobre un monociclo.

- Soy Bongo – saludó-. Estoy de vacaciones y al pasar por aquí me di cuenta de que están ustedes en apuros.

Los dos cerditos le explicaron lo de las zarzamoras... ¡Y Bongo hizo algo sorprendente!

Trepó a la cerca en su monociclo y empezó a pedalear con destreza.

Los dos cerditos se alarmaron. – No se preocupen: no me caeré –gritó el osito -. Soy un famoso alambriero y trabajo en un circo. Por decir, esto lo hago casi dos veces al día.

Bongo continuó pedaleando y se detuvo al llegar al arbusto. Una vez allí, cortó todas las zarzamoras grandes y jugosas que vio y se las arrojó a los cochinitos, quienes las colocaban en la canasta.

Terminada la cosecha, Violinista le llevó a Práctico las zarzamoras, mientras Flautista, para pagar el favor recibido, le rogaba al osito que los acompañara a comer pastel de zarzamoras.

Por supuesto que Bongo, aceptó la invitación, y mientras comían, les contaba algunas de sus hazañas en el circo.

CUESTIONARIO PARA EL MAESTRO

Anexo 4

Nombre del niño:	Fecha de nacimiento:
Fecha:	Nombre del maestro:
Edad:	Sexo:

Instrucciones: Por favor responda a todas las preguntas. A un lado de cada uno de los reactivos que se presentan a continuación, indique el grado del problema con una marca (✓)

Observación	Grado de actividad			
	Nunca	Sólo un poco	Bastante	Mucho
Conductas en el salón de clases				
1. Presenta nerviosismo constante				
2. Gruñe y hace otros sonidos extraños				
3. Sus demandas se deben satisfacer de manera inmediata-se frustra con facilidad				
4. Coordinación deficiente				
5. Inquieto o demasiado activo				
6. Excitable, impulsivo				
7. No presta atención, se distrae con facilidad				
8. No termina las cosas que empieza-periodos cortos de atención				
9. Demasiado sensible				
10. Demasiado serio o triste				
11. Soñador				
12. Hosco o malhumorado				
13. Lloro con frecuencia y fácilmente				
14. Molesta a otros niños				
15. Es pendenciero				
16. Su estado de ánimo cambia de manera rápida y drástica				
17. Es "respondón"				
18. Es destructivo				
19. Roba				
20. Miente				
21. Hace berrinches, tiene conductas explosivas o difícil de predecir				
Participación en grupo				
22. Se aísla de otros niños				
23. Parece que el grupo no lo acepta				
24. Parece que lo dominan con facilidad				
25. No tiene sentido del juego limpio				
26. Parece carecer de liderazgo				
27. No se lleva bien con el sexo opuesto				
28. No se lleva bien con el mismo sexo				
29. Fastidia a otros niños o interfiere con sus actividades				
Actitud hacia la autoridad				
30. Sumiso				
31. Desafiante				
32. Descarado				
33. Tímido				
34. Temeroso				
35. Demanda de manera excesiva la atención del maestro				
36. Es terco				
37. Demasiado ansioso de complacer				
38. Poco cooperador				
39. Tiene problemas con la asistencia				

