

NEUROPSICOLOGÍA Y BASES NEURALES DE LA DISCALCULIA.

Autores:

Norka Iris García Gómez, Anairis Santana Mora², Barbara Maria Soria Betancourt³, Vivian Amalia, Herrera Moya⁴, María Aimée, Vila Bormey⁵

¹ Psicología, Trabajo Educativo, UCM-VC. ² Psicología, Trabajo Educativo, UCM-VC ³ Derecho, Trabajo Educativo, UCM-VC ⁴ Anatomía Patológica, Básico Clínico, UCM-VC. ⁵ Embriología, Morfofisiología, UCM-VC.

Facultad de Psicología, Universidad Central de Las Villas, Maestría en Psicopedagogía.
Villa Clara. Cuba

e-mail primer autor: norkag@infomed.sld.cu

Resumen

Introducción: la discalculia es un trastorno del neurodesarrollo que afecta la capacidad para el cálculo, interfiere significativamente con el rendimiento académico, el nivel de inserción social del sujeto, su acceso al mercado laboral, su realización personal y profesional.

Desarrollo: la noción del número resulta de una elaboración psicológica para la cual ha sido decisiva la acción del sujeto sobre los objetos que lo rodean. Algunas nociones generalizadas del pensamiento matemático están implícitas en forma de acciones concretas desde el periodo sensoriomotor. El cálculo, desde el punto de vista neuropsicológico, es una función muy compleja: en una simple operación aritmética donde intervienen una gran cantidad de mecanismos neurocognitivos: mecanismos de procesamiento verbal y/o gráfico de la información, percepción, reconocimiento, y en su caso, producción de la caligrafía y ortografía numérica y algebraica, representación número símbolo, discriminación viso-espacial, memoria acorto plazo, razonamiento sintáctico y mantenimiento atencional.

Conclusiones: numerosas áreas del cerebro humano están implicadas en la capacidad computacional pero no se ha avanzado mucho en el conocimiento de las causas de este trastorno, aunque sin dudas su identificación.

Introducción.

La discalculia es un trastorno del neurodesarrollo que afecta entre el 3 y el 6% de los niños en edad escolar ⁽¹⁾. Se ha entendido como un trastorno en la capacidad para representar las cantidades y sus relaciones, capacidad de aprender y recuperar los hechos numéricos: adiciones y sustracciones de números de un dígito y las tablas de multiplicar y/o el razonamiento matemático.

En la mayoría de los estudios recientes sobre dificultades en el procesamiento de las cantidades se han descrito, como características fenotípicas distintivas de la discalculia del desarrollo, las dificultades en la representación y recuperación de hechos numéricos (adiciones simples, tablas de multiplicación) desde la memoria semántica⁽²⁾, el uso de procedimientos aritméticos inmaduros acompañados de una alta frecuencia de errores y las dificultades para comprender los conceptos aritméticos y los símbolos numéricos^(3,4).

En los niños que presentan discalculia, el daño presente en la capacidad para el cálculo, interfiere significativamente con el rendimiento académico y/o las actividades diarias que requieran de esta capacidad, la misma se encuentra por debajo de la esperada dado la edad cronológica del sujeto, su coeficiente de inteligencia y la escolaridad propia de su edad⁽⁵⁾, por lo que desde el punto de vista individual, afecta el nivel de inserción social del sujeto, su acceso al mercado laboral y en sentido general, su realización personal y profesional.

La discalculia es un trastorno biológico que no está causado por factores exógenos sociofamiliares o pedagógicos, aunque estos pueden agravar la expresión del problema ⁽⁶⁾. Se considera que la etiología del trastorno incluye la interacción de factores genéticos, epigenéticos y ambientales que afectan la capacidad del cerebro de percibir y procesar la información numérica de una manera eficiente y precisa ⁽⁷⁾. El cálculo es una función neurocognitiva multimodal compleja, que está estrechamente vinculada a otros procesos cognitivos como el lenguaje, el funcionamiento ejecutivo, la estructuración espacial y la memoria. Numerosas áreas del cerebro humano están implicadas en la capacidad computacional, formando redes neurales, por tal razón diferentes lesiones en el cerebro, pueden producir trastornos del cálculo ⁽⁶⁾

Diversas investigaciones sugieren la existencia de un sustrato neural de las capacidades numéricas, planteando que el segmento horizontal del surco intraparietal es la estructura anatómica clave involucrada en la realización de todo tipo de tareas de naturaleza numérica ⁽⁸⁾. Por otra parte, evidencias provenientes de estudios de análisis genético univariado y multivariado sugieren que dos tercios de la varianza en la capacidad aritmética pueden explicarse por genes compartidos con la capacidad cognitiva general y la lectura ⁽⁹⁾.

Desarrollo.

Bases morfofuncionales del desarrollo del cerebro.

El cerebro humano deriva de una placa engrosada de ectodermo presente en el embrión de tercera semana; la misma adopta forma de zapatilla y manifiesta progresivamente un mayor desarrollo en su extremo cefálico, anticipo de que en dicha región se originará la parte más compleja y evolucionada del sistema Nervioso Central (SNC), el cerebro. Dicha placa evoluciona al estadio de surco y pliegues, los que al unirse entre sí en la línea media conforman el tubo neural (TN), esbozo embrionario a partir del cual se formará el encéfalo y la médula espinal. Este tubo está transitoriamente abierto por medio de neuroporos que se cierran entre los días 25 y 27 del desarrollo, lo que impide la aparición de malformaciones como anencefalia y mielomeningocele. La región más cefálica del tubo neural evoluciona en la cuarta semana a la formación de las vesículas cerebrales primarias: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo; en la quinta semana por división de estas vesículas se originan vesículas secundarias: telencéfalo, diencéfalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielencéfalo⁽¹⁰⁻¹²⁾. Por su patrón de órgano tubular el TN posee luz interior y una pared formada por neuroepitelio del cual derivarán todos los tipos histológicos presentes en el SNC, en el siguiente orden cronológico: neuroblastos, glioblastos y células ependimarias. A excepción de la microglia, de origen mesenquimático, el resto de los tipos histológicos derivan de ese neuroepitelio ⁽¹⁰⁾. Al contrario de las neuronas, células posmitóticas incapaces de presentar división celular, las células gliales continúan su proliferación después del nacimiento.

En todo el tubo neural existe una forma básica de organización de su estructura en tres capas y cuatro placas. La capa del manto, con una ubicación intermedia, contiene los cuerpos de los neuroblastos, futuras neuronas, cuyo contenido de sustancia de Nissl le confiere determinado color por lo que se le conoce como sustancia gris, y la capa marginal, la más externa contiene los axones de las neuronas, que al ser mielinizados adquieren color blanquecino y se le conoce como sustancia blanca. La sustancia gris se estructura en placas, núcleos, columnas y cortezas; a excepción de estas últimas, en la generalidad del tubo la sustancia gris tiene una ubicación más interna y está rodeada de sustancia blanca ⁽¹⁰⁻¹²⁾.

El telencéfalo en sus porciones laterales da lugar a las vesículas telencefálicas que originan tres estructuras fundamentales: el lóbulo olfatorio, cuerpo estriado y corteza cerebral y en la porción media conocida como lámina terminal se originan las comisuras cerebrales, vías de conexión de un hemisferio y otro; la primera de estas aparece en la 8va semana y a las 16 semanas existen 5 de ellas, la más importante es el cuerpo calloso. Las cavidades telencefálicas originan los ventrículos laterales y en las placas del techo de estas regiones se forman plexos coroideos productores de líquido cefalorraquídeo ⁽¹¹⁾.

En la evolución del telencéfalo hay algunas peculiaridades, entre ellas destaca que los neuroblastos de las placas alares extendidas experimentan un proceso de migración ordenada hacia la superficie de los hemisferios, a partir de la 7^{ma} semana, con lo cual se va conformando una capa externa de sustancia gris más allá de la sustancia blanca, la futura corteza cerebral. La superficie de los hemisferios crece rápidamente, primeramente en sentido ventral formándose los lóbulos frontales, después cefálica y lateralmente formando los lóbulos parietales y las expansiones dorsales y caudales conforman los lóbulos occipitales y temporales, solo una pequeña área de corteza permanece fija "Ínsula de Reil" y poco a poco queda oculta por el crecimiento de los lóbulos adyacentes ^(10,11).

Al principio la superficie de los hemisferios es lisa, pero a partir del 4to mes aparecen en ella giros separados por surcos o cisuras debido a un crecimiento diferencial entre la sustancia gris de la corteza y la sustancia blanca subyacente. La

mayoría de las fisuras y surcos mayores comienzan a aparecer tan temprano como el 6to mes, a los 9 meses los surcos y giros que caracterizan el cerebro maduro toman forma. El cuadro detallado de las circunvoluciones que se forman finalmente en los hemisferios cerebrales varía un tanto entre individuos y entre los hemisferios de un mismo individuo en un dibujo altamente complejo ⁽¹¹⁾.

Desde la novena semana hasta el nacimiento y durante algunas décadas posteriores a él, ocurre el proceso de mielinización en el sistema nervioso; en ciclos que garantizan la maduración ordenada, secuencial y progresiva del mismo. En el SNC la mielina es formada por oligodendrocitos. Después del nacimiento el cerebro crece probablemente como consecuencia del desarrollo de procesos dendríticos y de mielinización de las vías nerviosas. Uno de los criterios más utilizados para determinar el grado de maduración es el nivel de mielinización cerebral. Existe correlación entre el desarrollo de las conductas motrices y lingüísticas y el grado de mielinización cerebral, este proceso se inicia a los tres meses postconcepcionales; sin embargo, en el momento del nacimiento sólo unas pocas áreas del cerebro están completamente mielinizadas, como los centros del tallo cerebral que controlan los reflejos, porque de ellos depende la supervivencia. Una vez mielinizados sus axones, las neuronas pueden alcanzar su funcionamiento completo y pueden presentar una conducción rápida y eficiente. Los axones de las neuronas de los hemisferios cerebrales presentan una mielinización particularmente tardía. Las fibras comisurales, de proyección y de asociación son fibras que alcanzan su completa mielinización en una época más tardía. Las distintas regiones de la corteza cerebral se mielinizan en etapas diferentes. Las áreas primarias sensoriales y motrices inician su proceso de mielinización antes que las áreas de asociación frontal y parietal; estas últimas solamente alcanzan un desarrollo completo hacia los 15 años. Se supone que este proceso de mielinización es paralelo al desarrollo cognoscitivo en el niño ⁽¹³⁾.

Son varios los factores relacionados con el neurodesarrollo, entre ellos el estado nutricional materno. La alimentación es el factor ambiental más importante en el crecimiento del niño, puesto que facilita la máxima expresión del patrimonio genético. Los momentos de mayor susceptibilidad del sistema nervioso para ser

afectado por factores nutricionales van desde la mitad de la gestación hasta los dos primeros años de vida. La desnutrición en forma aguda puede ocasionar daño cerebral permanente. Crónicamente produce retardo del crecimiento antropométrico, cognitivo, emocional y en las funciones intelectuales por reducción del número y función de las células gliales, retardo en el crecimiento de dendritas, alteración en la sinaptogénesis y defectos en la mielinización. Algunas hormonas, entre ellas la hormona tiroidea, con abundante receptores en las poblaciones gliales y neuronales, estimula el desarrollo neural por varias vías: incrementando la proliferación celular, el crecimiento axonal y dendrítico, la sinaptogénesis y la mielinización. Los glucocorticoides también ejercen diversidad de efectos sobre los subtipos celulares durante el desarrollo del sistema nervioso, sus acciones abarcan desde la proliferación y diferenciación celular, hasta la sinaptogénesis, el crecimiento axónico, la selección sináptica y la mielinización⁽¹⁴⁾.

La principal unidad funcional del SNC es la neurona, presenta variaciones considerables en cuanto a su estructura y tamaño en todo el sistema nervioso y también en cada región cerebral concreta. El número, forma y distribución de los cuerpos y procesos celulares le confiere un aspecto laminar a la corteza cerebral. Se clasifican en 4 grupos celulares: piramidales, estrelladas, fusiformes o no piramidales y pequeñas neuronas denominadas gránulos. De acuerdo a la longitud del axón las neuronas se clasifican en Golgi I, las que presentan un axón largo y en Golgi II, las que presentan un axón corto que generalmente no abandona la corteza cerebral. La corteza cerebral se divide en seis capas compuestas de neuronas, que presentan una morfología única para la capa particular. La capa más superficial se encuentra a un nivel profundo respecto de la piamadre; la sexta capa de la corteza, la más profunda, está limitada por la sustancia blanca del cerebro. Además de las neuronas, el tejido nervioso contiene muchas otras células que se denominan en conjunto células neurogliales, que no reciben ni transmiten impulsos; en lugar de ello, estas células apoyan a las neuronas en diversas formas. La sustancia blanca está compuesta principalmente por fibras nerviosas mielinizadas junto con algunas fibras no mielinizadas y células neurogliales; su color blanco resulta de la abundancia de mielina que rodea los axones⁽¹⁵⁻¹⁸⁾.

Alteraciones estructurales y/o funcionales de cualquiera de las partes o regiones del SNC puede ocasionar un amplio espectro clínico de trastornos, bien sean acontecidas sus causas durante el proceso de neurodesarrollo o con posterioridad a él.

Modelos para el procesamiento numérico.

Distintos grupos especializados en neuropsicología cognitiva y, especialmente, desde la década de los noventa, el grupo de Willmes, han dedicado sus investigaciones a poner a prueba los postulados de los modelos propuestos acerca del procesamiento numérico. De entre dichos modelos, cabe destacar el modelo cognitivo (McCloskey et al) y el modelo del triple código (Dehaene y Cohen), los cuales han sido parcialmente cuestionados por el grupo de Willmes, tal y como se describe en la reciente revisión de Rohlf-Domínguez.

El modelo cognitivo propone una organización modular del procesamiento numérico dividida en tres compartimentos: Sistema de procesamiento numérico, Sistema de representaciones semánticas y el Sistema de cálculo. El Modelo cognitivo del triple código es un modelo cognitivo neuro-funcional del procesamiento numérico, mediante el que se rigen la mayoría de estudios que abarcan dicha cuestión en la actualidad. El primero de estos códigos es la representación analógica de las cantidades, explica los números como una distribución de activación sobre una línea mental numérica (analógica). Se localiza en la región parietal inferior a nivel bilateral. El segundo código (verbal-auditivo) representa los números mediante conjuntos de palabras. Se crea a partir de la propuesta general de los módulos de lenguaje, mediante la activación de las áreas perisilvianas del hemisferio izquierdo. Por último, los autores definen el tercer código, o visual arábigo, como la representación de la forma visual arábigo, que implica procesos de identificación visual. Este tercer código dependería del correcto funcionamiento de la circunvolución fusiforme de ambos hemisferios⁽¹⁹⁾.

Disculculia. Concepto.

La Discalculia del Desarrollo (DD), se define según el Manual Diagnóstico y Estadístico de los trastornos mentales de la Asociación Psiquiátrica Americana en su cuarta edición como: "una capacidad aritmética, medida mediante pruebas normalizadas de cálculo o razonamiento matemático administradas

individualmente, que se sitúa sustancialmente por debajo de la esperada en individuos de edad cronológica, coeficiente de inteligencia y escolaridad concordes con la edad (Criterio A). El trastorno del cálculo interfiere significativamente en el rendimiento académico o las actividades de la vida cotidiana que requieren habilidades para las matemáticas (Criterio B). Si hay un déficit sensorial, las dificultades en la aptitud matemática deben exceder de las asociadas habitualmente a él (Criterio C) ⁽²⁰⁾.

Cuando nos referimos a la discalculia, estamos hablando de una dificultad persistente en el aprendizaje o comprensión de conceptos numéricos, no explicable por un retraso mental o una escolaridad claramente inadecuada. Estos problemas son seguidamente denominados como dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. El trastorno afecta al aprendizaje de los conocimientos aritméticos básicos: adición, sustracción, multiplicación y división.

Es un desorden en el que se mantienen conservadas las capacidades cognitivas de dominio general (como la inteligencia y las funciones ejecutivas) y en el que se produce un desarrollo aparentemente típico del resto de los dominios del conocimiento ⁽⁷⁾.

Etiología y bases biológicas de la discalculia.

Su etiología se considera probablemente multifactorial, involucrando alteraciones en múltiples genes que interactúan de forma compleja con el ambiente. Integra fenotipos de diversos síndromes genéticos y se consideran además influencias culturales y socio ambientales ⁽²¹⁾.

Aunque no han sido identificados genes responsables de este trastorno, varias investigaciones realizadas en muestras de sujetos con síndromes genéticos que presentan discalculia del desarrollo como parte de su perfil cognitivo, han reportado anomalías estructurales y funcionales en el cerebro de los mismos ⁽²⁰⁾.

En la actualidad numerosos reportes sugieren la existencia de un sustrato neural específico para el procesamiento de las magnitudes. Se ha reportado que el segmento horizontal del Surco Intraparietal (SHSIP) es la estructura anatómica clave involucrada en la realización de todo tipo de tareas de naturaleza numérica.

Este núcleo central del procesamiento numérico parece estar complementado por otros dos circuitos:

- El Giro Angular Izquierdo, que en conexión con otras áreas perisilvianas, se encarga de la manipulación verbal de los números.
- Un sistema bilateral parietal posterior-superior que permite la orientación atencional (espacial y no espacial) con respecto al sistema de representación mental de las cantidades ⁽²²⁾.

Según Serra-Grabulosa, el segmento horizontal del surco intraparietal se halla especializado en la representación interna de las cantidades, el procesamiento abstracto de las magnitudes y su relación, lo que parece indicar la importancia de esta región en tareas que requieren una representación interna de las magnitudes. Por su parte, el giro angular participa en el procesamiento verbal de determinadas tareas aritméticas y permite la resolución de los 'hechos matemáticos' (tablas de multiplicación y adición de pequeñas cantidades). Por su parte el sistema parietal posterior superior se vincularía a aspectos atencionales de tipo espacial. Numerosos estudios han demostrado la intervención de otras regiones cerebrales en la realización de tareas aritméticas, donde se destaca la implicación de regiones prefrontales y subcorticales (cerebelo y ganglios basales) ⁽¹⁹⁾.

Las evidencias más robustas acerca de la naturaleza biológica de la discalculia del desarrollo provienen de estudios con individuos con síndromes genéticos (Síndrome de Turner, Síndrome del X frágil, Síndrome Velocardiofacial ^(23,24-26) y de investigaciones con gemelos y familias con discalculia del desarrollo) ⁽²⁷⁾.

Según Josep Artigas-Pallarés es posible identificar tres grupos de Trastornos del Neurodesarrollo (TND) con claras interconexiones entre ellos: sindrómicos, vinculados a una causa ambiental conocida y sin una causa específica identificada dentro de los cuales se ubica la DD ⁽²⁸⁾.

Estudios de neuroimágenes en pacientes discalcúlicos con el síndrome velocardiofacial, se ha determinado que existe una reducción asimétrica del Surco Intraparietal derecho con respecto a los sujetos controles ⁽²⁵⁾.

Adicionalmente, Molko y colaboradores compararon 15 sujetos con Síndrome de Turner (7,1 - 24,4 años) y 15 controles (7,7 - 21 años) y reportaron una disminución estadísticamente significativa en la profundidad del Segmento Horizontal del Surco Intraparietal derecho en los sujetos con Síndrome de Turner, con respecto a los controles, y una tendencia marginalmente significativa a favor de

la disminución de la longitud de la estructura en el grupo de sujetos Síndrome de Turner⁽²⁴⁾.

Rivera y colaboradores en estudio con pacientes que presentaban Síndrome Frágil X encontraron una hipoactivación en las áreas cerebrales involucradas en el procesamiento numérico ante el incremento en la dificultad de una tarea de cálculo⁽²³⁾.

Recientemente han sido reportadas evidencias relacionando la arquitectura de materia blanca cercana a las estructuras que han sido propuestas como bases neurales del procesamiento numérico y el rendimiento aritmético⁽²⁶⁾.

En aquellos casos en que no existen razones para sospechar la presencia de un daño genético o clínico, que afecte las bases neurales del procesamiento numérico (en las poblaciones típicas de discalculia del desarrollo) habría aún que discriminar si cierto grado de variación del genotipo, considerada dentro del rango de la normalidad, que no llega a determinar una modificación del fenotipo en términos de redes neurales, sí podría estar distorsionando a nivel funcional el procesamiento de la información numérica por parte de estas redes y causando la aparición de este tipo de trastorno específico en el desarrollo. En Cuba se han realizado un número reducido de investigaciones que aún se encuentran en ejecución y apoyan la determinación biológica de la discalculia del desarrollo⁽²⁰⁾.

Indicadores de detección.

Para realizar una correcta identificación de los niños que presentan discalculia es necesario distinguir entre los que no se les dan bien las Matemáticas y tienen un nivel algo inferior a la media de la clase de los que presentan serias dificultades de aprendizaje en las mismas. Por lo cual es fundamental realizar un diagnóstico temprano del problema para tomar las medidas educativas oportunas.

Síntomas más comunes en niños con discalculia:

- El niño no logra una correcta escritura de los números. No los identifica con claridad.
- Incapacidad o muchas dificultades para la realización de series secuenciales o clasificaciones numéricas.
- Problemas de razonamiento, lo que le impide resolver los problemas matemáticos más simples e interpretar los enunciados.

- Invierte, rota o transpone los números. El caso más frecuente es confundir el 6 con el 9, aunque existen otros.
- Confusión de signos matemáticos: el de sumar con el de restar, el de restar con el de dividir o viceversa.
- Problemas para entender conceptos como: posición, tamaño o relaciones.
- Dificultades en la coordinación espacio-temporal. Tienen problemas para organizar números y columnas o para seguir la direccionalidad apropiada de los procedimientos.

Tipos de discalculia.

Los niños con discalculia se caracterizan por presentar problemas con las matemáticas y/o con conceptos como símbolos, señas y direcciones. Sin embargo, su coeficiente intelectual es normal, por tal motivo la discalculia tiende, a producir frustración, fracaso escolar, evasión y potencialmente una ansiedad excesiva al resolver problemas matemáticos, dificultando aún más el aprendizaje de las matemáticas.

Diversos autores señalan la existencia de 6 grandes tipos de discalculia:

1. Discalculia verbal. Es la dificultad en nombrar cantidades matemáticas, números, términos, símbolos y relaciones.
2. Discalculia practognóstica. Problemas para enumerar, comparar y manipular objetos matemáticamente.
3. Discalculia léxica. Dificultad en la lectura de los símbolos matemáticos.
4. Discalculia gráfica. Dificultad para escribir cifras y signos matemáticos.
5. Discalculia ideo-diagnóstica. Dificultad para comprender conceptos y relaciones matemáticas.
6. Discalculia operacional. Dificultad en la realización de operaciones matemáticas.

Mientras que Vela Ordoñez, ML ⁽²⁹⁾ clasifica la discalculia como:

1. Verdadera: aparece a edades muy tempranas y la dispraxia digital es bastante grave.
2. Asociada a trastornos de la organización espacial: aparece a edades más avanzadas, no dificulta la adquisición de números sino la realización de

operaciones matemáticas y sobre todo un problema con el manejo de cantidades continuas.

3. Relacionada con dificultades psicoafectivas: neurosis, fobias y psicosis

Curso y pronóstico. La Intervención psicopedagógica.

No se disponen de estudios concluyentes que puedan orientar de forma inequívoca de cuál va a ser el posterior desarrollo y progresión del niño que presenta el trastorno.

Una vez identificado el problema (normalmente en primaria) es necesario recurrir a todos los recursos psicopedagógicos para intentar que el niño logre un mejor funcionamiento en este terreno.

La intervención en estos casos debe efectuarse respetando las características propias de cada caso y poniendo más énfasis en aquellas dificultades que se manifiestan de forma más severa.

El tratamiento debe efectuarse en las siguientes áreas:

a) Psicomotriz: Hay que utilizar ejercicios perceptivo-motores que comprendan:

-Actividades para el conocimiento del esquema corporal, presentando especial atención a la simetría, las coordenadas espaciales *arriba-abajo, delante-detrás, derecha-izquierda* en relación con el propio cuerpo, y el conocimiento de los dedos.

-Actividades que aumenten la coordinación viso-motriz, y proporcionen un sentido del ritmo y del equilibrio.

-Ejercicios de orientación espacial, ya fuera del esquema propioceptivo, y de organización temporal en conexión con el ritmo.

b) Cognitiva: Ejercicios de simbolización, que suponen ir trasladando los aprendizajes desde un plano concreto hasta uno abstracto, donde se mueve el cálculo:

-Sustitución paulatina de la manipulación directa por representaciones gráficas, y éstas por símbolos determinados (números, signos, etc.).

-Aumento del vocabulario, sobretodo del relacionado con la matemática hay que hacer hincapié en las manifestaciones escritas, en el aprendizaje y utilización de signos matemáticos, en la disposición escrita de las operaciones, etc.

-Trabajar la atención (en especial la atención sostenida) y la memoria (memoria de trabajo, memoria inmediata, etc.) como funciones básicas.

c) Pedagógica: Se efectuarán ejercicios específicos de cálculo, las mismas deben estar centradas en:

- Noción de Cantidad, que engloba asociación, número-objeto, con cantidades continuas y discontinuas, como base para la realización de operaciones.
- Cálculo concreto, escrito, mental: primero, realización de operaciones con apoyos materiales, luego con escritura de números. Iniciación al cálculo mental con cantidades pequeñas.
- Uso del ordenador como herramienta: dentro de la intervención en los trastornos de cálculo, la utilización de medios audiovisuales (ordenador, teléfonos móviles...) resultan, hoy en día, de gran utilidad y eficacia ya que suele ser un entorno más motivador para el niño. Puede trabajarse directamente el cálculo o efectuar ejercicios de atención sostenida, discriminación, viso-espaciales, etc. para trabajar las funciones básicas.

Es válido señalar que los niños que presentan discalculia y no reciben tratamiento así como los que se han sometido a intervenciones educativas que han resultado ineficientes, tienen mayores posibilidades de presentar dificultades académicas asociadas a baja autoestima, frustración e incluso depresión. Estas complicaciones pueden provocar rechazo a ir a la escuela y trastornos comportamentales.

Por lo que en opinión de las autoras es necesario realizar un diagnóstico precoz adecuado e implementar estrategias de intervención psicopedagógicas, ajustadas a cada caso en específico, esto posibilitara que la evolución del trastorno resulte favorable tanto para el niño como para sus familiares.

Conclusiones.

En el presente trabajo hemos abordado la discalculia, sus características, probables causas, curso, pronóstico y posible propuesta para la intervención psicopedagógica de este trastorno. A pesar de constar con varias investigaciones sobre este, no existe un consenso en la comunidad científica acerca de la etiología precisa de este defecto, aunque se ha avanzado en el conocimiento de las bases neurales del mismo.

Se necesita incrementar el número de investigaciones acerca de la genética de la discalculia y los sistemas neurológicos que pudieran estar comprometidos. Es necesario saber más sobre la incidencia simultánea de problemas de lectura y

matemáticas, y la forma en que estos problemas se pueden relacionar con el riesgo de evitación y ansiedad hacia las matemáticas y el rechazo escolar.

La detección temprana posibilitará el diseño de un abordaje psicopedagógico más adecuado y eficaz. Por lo cual es necesario sensibilizar y preparar a aquellos especialistas que desde sus funciones acceden a personas con estos trastornos.

Bibliografía.

1. Kucian K, Aster M. Developmental dyscalculia. Eur J Pediatr [Internet]. 2015 [citado 20 mayo 2016];174(1):[aprox. 12 p.]. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00431-014-2455-7>
2. Lander K, Bevan A, Butterworth B. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. Cognition [Internet]. 2004 [citado 7 jun 2016];93(2):[aprox. 26 p.]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010027704000149>
3. Butterworth B. The development of arithmetical abilities. J Child Psychol Psychiatry [Internet]. 2005 [citado 20 mayo 2016];46:[aprox. 15 p.]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x/pdf>
4. Butterworth B. Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. Trends Cogn Sci [Internet]. 2010 [citado 30 mayo 2016];14(12):[aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661310002147>
5. Aliño JJ, Valdés Miyar M. Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales. Barcelona: Masson; 2005.
6. Portellano JA. Neuropsicología infantil. Madrid: Síntesis; 2008.
7. Estévez Pérez N. Bases biológicas del procesamiento numérico: evidencias neuropsicológicas y anatómicas desde la discalculia del desarrollo [tesis]. La Habana: Universidad de Ciencias Médicas de La Habana; 2014.
8. Dehaene S, Piazza M, Pinel P, Cohen L. Three parietal circuits for number processing. Cogn Neuropsychol [Internet]. 2003 [citado 30 mayo 2016];20(3):[aprox. 19 p.]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20957581>
9. Kovas Y, Harlaar N, Petrill SA, Plomin R. Generalist genes and mathematics in 7 years old twins. Intelligence [Internet]. 2005 [citado 30 mayo 2016];33(5):[aprox. 16 p.]. Disponible en: <http://wrrp.osu.edu/downloads/generalist-genest-and-mathematics-in-7-year-old-twins.pdf>
10. Sadler TW. Sistema nervioso central. En: Lagman: Embriología médica con orientación clínica. Buenos Aires: Lippincott; 2007. p. 293-325.
11. Valdés A, Pérez HM, García RE, López A. Sistema nervioso. En: Embriología humana. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2011. p. 213-244.
12. Carlson MB. Sistema Nervioso Central. En: Embriología humana y biología del desarrollo. Madrid: Editorial Mosby; 2009. p. 110-125.
13. Rosselli M. Maduración Cerebral y Desarrollo Cognoscitivo. Rev Latinoam Cienc Soc Niñez Juv [Internet]. 2003 [citado 31 mayo 2016]; 1(1):[aprox. 19 p.].

- Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-715X2003000100005&script=sci_arttext&tlng=pt
14. Ramírez Tarazona GT, Zoluaga Gómez JA. Nutrición y neurodesarrollo [Internet]. Disponible en: <https://web.oas.org/childhood/ES/Lists/Temas%20%20Proyectos%20%20Actividad%20%20Documento/Attachments/499/Nutricion%20y%20neurodesarrollo.pdf>
 15. Gartner LP, Hiatt JL. Tejido nervioso. En: Atlas de Histología. México: McGraw Hill Interamericana; 2002. p. 179-211
 16. Mitchell R, Kumar V, Abbas A, Fausto N, Aster J. Compendio de Robbins y Cotran. Patología estructural y funcional. 8va ed. España: Elsevier; 2012. p. 10-21.
 17. Young B, O'Dowd G, Woodford P. Circulatory system. En: Wheater's Functional Histology. Philadelphia: Elsevier; 2014. p. 144-158.
 18. Serra Grabulosa JM, Adan A, Pérez Pàmies M, Lachica J, Membrives S. Bases neurales del procesamiento numérico y del cálculo. Rev Neurol [Internet]. 2010 [citado 26 mayo 2016];50(1):[aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.neurologia.com/pdf/web/5001/bd010039.pdf>
 19. Estévez Pérez N, Castro Cañizares D, Reigosa Crespo V. Bases Biológicas de la Discalculia del Desarrollo. Rev Cubana Genet Comunit [Internet] 2008. [citado 24 abr 2016];2(3):[aprox. 5 p.]. Disponible en <http://www.bvs.sld.cu/revistas/rcgc/v2n3/PDFs%20Infomed/rcgc04308.pdf>.
 20. Geraldi Haase V, Souza Costa D, Rettore Micheli L, Silva Oliveira F, Wood G. O estatuto nosológico da discalculia do desenvolvimento. [Internet]. São Paulo: Universidade Federal de Minas Gerais; 2011 [citado 20 mayo 2016]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Vitor_Geraldi_Haase/publication/221657819_O_estatuto_nosoljico_da_discalculia_do_desenvolvimento/links/0d1c84f54ea81f0be4000000.pdf
 21. Dehaene S. The neural basis of the Weber–Fechnerlaw: a logarithmic mental number line. Trends Cogn Sci [Internet]. 2003 [citado 1 jun 2016];7(4):[aprox. 3 p.]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136466130300055X>
 22. Rivera SM, Menon V, White CD, Glaser B, Reiss AL. Functional Brain Activation During Arithmetic. Processing in Females With Fragile X Syndrome Is Related to FMR1 Protein Expression. Hum Brain Mapp [Internet]. 2002 [citado 3 jun 2016];16:[aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1002/hbm.10048/asset/10048ftp.pdf?v=1&t=ipfrs9lf&s=2cf031e97118842a33a6a120c617fbda568c5f8>
 23. Molko N, Cachia A, Rivière D, Mangin J, Bruandet M, Le Bihan D, et al. Functional and Structural Alterations of the Intraparietal Sulcus in a Developmental Dyscalculia of Genetic Origin. Neuron [Internet]. 2003 [citado 3 jun 2016];40(13):[aprox. 6 p.]. Disponible en: <http://ac.els-cdn.com/S0896627303006706/1-s2.0-S0896627303006706-main.pdf>
 24. Molko N, Cachia A, Riviere D, Mangin JF, Bruandet M, LeBihan D, et al. Anatomy in Turner Syndrome: Evidence for Impaired Social and Spatial Numerical

- Networks. Cereb Cortex [Internet]. 2004 [citado 10 mayo 2016];14(8):[aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://cercor.oxfordjournals.org/content/14/8/840.full>
25. Barnea-Goraly N, Eliez S, Menon V, Bammer R, Reiss AL. Arithmetic ability and parietal alterations: adiffusion tensor imaging study in velocardiofacial syndrome. Cogn Brain Res [Internet]. 2005 [citado 21 mayo 2016];25(3):[aprox. 4 p.]. Disponible en: http://scsnl.stanford.edu/documents/Barnea-Goraly_Arithmetic_Ability_05.pdf.
 26. Eliez S, Blasey Ch, Menon V, White C, Schmitt J, Schmitt E, et al. Functional brain imaging study of mathematical reasoning abilities in velocardiofacial syndrome. Genet Med [Internet]. 2001 [citado 25 mayo 2016];3(1):[aprox. 6 p.]. Disponible en: <http://www.nature.com/qim/journal/v3/n1/pdf/qim200111a.pdf>
 27. Artigas-Pallarés J, Guitart M, Gabau-Vila E. Bases genéticas de los trastornos del neurodesarrollo. Rev Neurol [Internet]. 2013 [citado 21 abr 2016];56(1):[aprox. 11 p.]. Disponible en: <http://www.neurologia.com/pdf/web/56s01/bjs01s023.pdf>
 28. Vela Ordoñez ML. Análisis de la perspectiva de los docentes sobre los problemas del aprendizaje en los niños [tesis]. Ecuador: Universidad de La Americas; 2013.