

## **DISCALCULIAS: PERSPECTIVAS Y ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS**

---

Dr. Sergio Dansilio

Médico Neurólogo

Ex – Asistente del LABORATORIO DE NEUROPSICOLOGÍA

Instituto de Neurología Hospital de Clínicas – FACULTAD DE MEDICINA

*Universidad de la República*

**MONTEVIDEO – URUGUAY**

---

## IMPORTANCIA DEL TEMA

Las discalculias (consideradas como trastornos en la adquisición de las habilidades matemáticas) han recibido mucha menos atención que las alteraciones del código escrito (las dislexias y las disgrafias). El grado de presión social no puede ser el factor fundamental, ya que sin un manejo adecuado de las matemáticas se ve seriamente afectada la existencia del ser humano (ello implica desde las compras diarias, el cobro de un salario, la estimación del valor de los objetos en el mercado, la disponibilidad de dinero, y hasta la capacidad de ubicarse en una ocupación laboral por más sencilla que ella sea). Por otra parte, con frecuencia, los trastornos de las facultades aritméticas, han sido durante largo tiempo (y en gran parte todavía hoy), adscriptas a déficits primitivos del lenguaje, perdiendo identidad propia. No obstante, como ha señalado Von Aster, estamos frente a una creciente necesidad de abordar los aspectos clínicos y educativos asociados a las discalculias así como su tratamiento específico por una serie de razones (Von Aster, 1993):

- Comienza a saberse que los niños no suelen superar espontáneamente sus dificultades de aprendizaje durante el curso del desarrollo. En muchos casos los déficits permanecen en la edad adulta. El hecho de acompañarse con diversas perturbaciones en distintos dominios cognoscitivos así como emocionales empeora aún más el pronóstico.
- Los avances médicos en neonatología corroboran con una frecuencia cada vez mayor la existencia de trastornos del aprendizaje asociados a niños de bajo peso al nacer (dentro de cuyo grupo, aparecen casos de discalculia con frecuencia).
- La sustitución de las antiguas categorías diagnósticas poco definidas (como la "disfunción cerebral mínima", como ejemplo), por metodologías de entrenamiento basadas en otros marcos taxonómicos supuestamente dirigidos a funciones consideradas básicas o fundamentales, no han demostrado evidencia de poseer efectos preventivos o de curación.

La tasa de prevalencia del trastorno, según podrá verse, parece haber sido subestimada.

Feld, Taussik y Azaretto estudiaron la influencia del nivel socio-económico y cultural en la formación de las nociones matemáticas dentro de una población escolar seleccionando muestras sobre grupos de diferentes escuelas en Buenos Aires (Feld, Taussik y Azaretto, 2000). Los sectores de más bajo nivel socio-económico y cultural obtienen peores rendimientos cuando las pruebas requieren un mayor procesamiento semántico, y si el significado del material empleado exige acceder a superiores grados de abstracción o conocimiento que abarque múltiples

realidades. Las diferencias tienden a desaparecer si las tareas recurren a mecanismos de estimaciones más perceptivas y concretas de la cantidad, pero vuelven a advertirse (a favor de los sectores más aventajados en la franja socio-económica y cultural), si los procesos de transcodificación poseen mayor componente del código lingüístico. Los niños con dificultades en el aprendizaje manifestarían patrones similares a las poblaciones que podrían considerarse “de riesgo”. Los autores plantean la posibilidad de que exista un período crítico sobre el cual conviene actuar no solamente mediante la intervención pedagógica específica sino también adaptando los contenidos curriculares a los factores motivacionales, al contexto en el cual va a desarrollarse la dinámica educativa y la necesidad de cada estrato poblacional.

## CONCEPTOS GENERALES

Las perturbaciones en los procesos de adquisición de las facultades matemáticas han sido definidas de diferentes maneras. En el caso de que sean “específicas” (es decir, no secundarias a otros trastornos cognitivos o no cognitivos identificables), siguiendo la tradición de nuestra neuropsicología, las denominaremos sencillamente “*discalculias*” (en vez de la alternativa derivada de la expresión anglosajona: “discalculia de la evolución”), reservando el término de “*acalculia*” para aquellas alteraciones “adquiridas” luego del nacimiento y por una lesión cerebral más o menos corroborada. Debemos comenzar ahora analizando los diferentes conceptos que existen en torno a las discalculias y sus criterios diagnósticos.

## DEFINICIONES

**C. Temple** – la discalculia constituye un trastorno en la *competencia numérica* y las *habilidades matemáticas* (“*arithmetical skills*”), las cuales se manifiestan en niños de inteligencia normal que no poseen lesiones cerebrales adquiridas (Temple, 1992).

Puede ocurrir asociada a la dislexia pero es *disociable* de tal condición. Aquí debemos ser cautelosos con la noción de “ausencia de lesión adquirida” ya que la propia discalculia puede ser producto de “noxas” que actúan sobre el desarrollo encefálico en distintas etapas (prenatal, perinatal o post – natal). En muchos casos es dificultoso definir el momento en el que actúa o deja de actuar dicha noxa, o inclusive – en la mayoría de los casos – sencillamente lograr identificarla.

Seguramente Temple se refiere a aquellas lesiones que ocurren “después del nacimiento”, pueden ser identificadas, y el paciente ya obtuvo determinada competencia en las facultades matemáticas: aquí hablaremos de “acalculia”. El prefijo “a-” no significará “ausencia de total” sino lesión adquirida, mientras que el prefijo “dis-” hará referencia a aquellos trastornos del desarrollo.

L. Kosc ha optado por una definición de naturaleza “anátomo-clínica”, si es que puede emplearse así este término (Kosc, 1974):

**Kosc** - trastorno estructural de las facultades matemáticas el cual se origina en alteraciones *congénitas* o *genéticas* de aquellas partes del cerebro que constituyen los substratos anatómicos y fisiológicos directos para la maduración de dichas facultades, de manera acorde a la edad y sin que haya perturbaciones simultáneas en las funciones mentales generales

Obsérvese que el tema de “la lesión” queda dirimido si se vincula la discalculia a nosologías de naturaleza “genética” o “congénita”, especificando más la categoría de afecciones que pueden producir discalculias. Por otra parte debe destacarse, sin embargo, que la asociación de otros déficits cognoscitivos (específicos o inespecíficos, de tipo del retraso mental o de patología no cognitiva) *no necesariamente descarta el planteo de una discalculia*. En efecto, el compromiso en las facultades matemáticas puede “sobresalir” del resto de los trastornos o no encontrarse una relación de “causa / efecto” entre ellos. Es más: probablemente en la práctica clínica diaria encontremos una combinación de complejos sintomáticos cognitivos y no cognitivos, que nos obligará constantemente a una búsqueda y análisis exhaustivos acerca de cuál “elemento” va por cuál ruta (o mejor: línea de explicación). El abordaje de tipo “cognitivista” nos permitirá establecer una concepción más acabada y teóricamente fundada de los trastornos de naturaleza cognitiva, permitiendo por su metodología indagar si hay “disociación” *entre* los diversos síntomas hallados en cada paciente.

El DSM – IV presenta una modificación con respecto a ediciones anteriores en este tópico (DSM – IV, 1995). Lo que llama “*Trastorno del cálculo*” aparece como categoría discriminada dentro de los ahora denominados “Trastornos del aprendizaje”, que antes se incluían como “Trastornos de las habilidades académicas”. Trata de una “capacidad aritmética” que parecería agrupar el cálculo propiamente dicho y el “razonamiento matemático” (de mucho más dificultosa definición y más “multicomponencial”). De todas formas, no podemos perder de vista que es un manual “psiquiátrico” y no “neuropsicológico”, por lo cual una cierta “condescendencia” intelectual es admisible cuando alguien “exige” determinados desarrollos en los conceptos. Los criterios *diagnósticos* figuran

transcriptos en el recuadro siguiente y puede verse que sigue el “esquema” de todo el manual, lo cual tiene sus beneficios en cuanto a la uniformidad que le otorga (DSM – IV, 1995):

**“TRASTORNOS DEL CÁLCULO” CRITERIOS [F 81.2 (315.1)]**

- A) La capacidad para el cálculo, evaluada mediante pruebas normalizadas administradas individualmente, se sitúa sustancialmente por debajo de la esperada dados la edad cronológica del sujeto, su coeficiente de inteligencia y la escolaridad propia de la 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**

Con respecto a los criterios del DSM – IV podemos realizar una serie de comentarios, algunos de ellos positivos y otros que implican una percepción crítica de los mismos:

- 1) Hay una fuerte tendencia que llamaremos “psicometrista”. El lado “fuerte” de esta condición es que permite brindar “números” y “criterios de corte” para poder juzgar con cierta soltura. La necesidad de normalización le otorga un grado de validez (y de seriedad científica o clínica) a las baterías que se utilizan para explorar al sujeto
- 2) La aplicación “individual” erradica los errores de evaluación que surgen del entorno de un estudio de grupo. Cada caso puede ocasionar problemas diversos, muchas veces no relacionados directamente con las propias facultades matemáticas, y solamente hacen eclosión si el chico se explora individualmente. Además, una correcta lectura cualitativa del patrón de errores solamente es posible si se explora cada caso de manera individual
- 3) Establecer un “peso” al grado de invalidez social o laboral y *con relación a la habilidad, capacidad o facultad que está “en juego”* representa un criterio que llamaríamos “ecológico” y que le brinda cierta trascendencia al trastorno planteado (no solamente se “mide” por factores psicométricos)
- 4) El CIE – 10 (la contrapartida europea al DSM – IV) establece un descenso de dos desvíos estándar con respecto “a lo esperado” para la edad como condición diagnóstica. No se especifica cuánto es “lo esperado”. Pero además, si se hace diagnóstico de compromiso en la adquisición del código escrito, el trastorno del cálculo queda supeditado al mismo

- 5) En el caso del DSM – IV el concepto de “sustancialmente inferior” equivale explícitamente a dos desvíos estándar con respecto al coeficiente intelectual (claro, en el caso de que las baterías puedan ser comparables estadísticamente)

Teniendo presente las mencionadas salvedades, los criterios del DSM – IV (que no han sido “improvisados”), tomándose con cautela y en el contexto de otras herramientas clínicas y experimentales, brindan al menos una “orientación” para la hora de plantear diagnósticos o cuando es necesario un “lenguaje común” *entre técnicos*.

Debe destacarse que no abundan las baterías de exploración de las facultades matemáticas basadas en modelos teóricos confiables y validadas adecuadamente. Más allá de las reservas que puedan merecer abordajes estrictamente psicométricas donde se escamotea el análisis cualitativo de lo que producen los sujetos o donde se obtienen valores y criterios de corte, es imprescindible contar con instrumentos que nos permitan al menos una aproximación al diagnóstico (positivo y de caracterización). F. Gaillard ha elaborado, mediante un estudio colectivo europeo de normatización y validación, una rica batería que fue adaptada al castellano por I. Taussik y M. Segura (Gaillard, 2000). Mismo en Argentina ha sido confeccionada y aplicada la llamada “Batería Buenos Aires” (Feld, 1995; Feld, Taussik y Azaretto, 2000). También Dansilio y Chiappa se encuentran normatizando una batería adaptada al medio educativo uruguayo medio (Dansilio, 1998; Dansilio & Chiappa, 2000). Dicha batería está fundamentada en el modelo de McCloskey, Caramazza & Basili (McCloskey, Caramazza & Basili, 1985), aunque no reduce la exploración de la comprensión del número a la prueba de comparación de magnitudes sino que emplea otras dimensiones (ordinalidad, concepto de partes, medida del espacio) y agrega preguntas de lo que suele considerarse como <<estimación perceptiva de la cantidad>> (por ejemplo, establecer “tres niños en una clase es → mucho / poco / adecuado”).

## HISTORIA

Fue la frenología de Gall y Surpzheimer durante la segunda mitad del siglo XIX quienes, aparte de introducir la noción básica de un cerebro diferenciado según funciones (germen de la noción de modularidad), atribuyeron una región a lo que denominaron <<cantidad>> y otra al <<cálculo>> (Boller and Grafman, 1983). A fines del siglo XIX y en publicaciones del siglo XX, es el oftalmólogo Hinshelwood quien hace mención por primera vez a un caso de discalculia (caso originalmente descrito por Stephenson en 1905). El término “*acalculia*” es acuñado por el neurólogo sueco Henschen, quien en dos artículos (años 1919 y 1920), hace

referencia a la posibilidad de que la capacidad de calcular pueda afectarse de manera relativamente independiente por una lesión más o menos circunscrita del lóbulo parietal izquierdo (pacientes diestros). En 1926 Hans Berger, el inventor del EEG realiza una clasificación entre acalculias *primarias* y *secundarias*. En la segunda situación, las facultades matemáticas representaban un trastorno subsidiario de otras funciones cognoscitivas. Generalmente se trataba de pacientes adultos que veían afectadas sus capacidades matemáticas (acalculias propiamente dichas), luego de una lesión adquirida. Debe señalarse el trabajo fundamental de Hécaen, Anguerlergues y Houillier en 1961 sobre 183 pacientes adoptando una visión de naturaleza semiológica y anátomo-clínica, dichos autores describieron tres formas de acalculias o del "síndrome acalcúlico" (Hécaen, Anguerlergues & Houillier, 1961):

- 1) Un grupo en el cual predominan los trastornos de la lectura y la escritura de los números asociados o no a una alexia o agrafia verbal (para otras modalidades).
- 2) Un grupo en el cual predominan los trastornos en la organización espacial de los números (posteriormente llamadas discalculias espaciales)
- 3) Predominancia de un trastorno en las propias operaciones matemáticas (la <<*anaritmia*>>)

Si bien fueron elaboradas otras taxonomías, la presentada anteriormente representó un modelo de referencia. Mientras que los síndromes descritos en los grupos (1) y (3) predominaban en lesionados hemisféricos izquierdos, los pacientes del grupo (2) estaban igualmente distribuidos, con muy leve tendencia a favor de la lesión hemisférica derecha.

## EPIDEMIOLOGÍA

Los estudios epidemiológicos, en un trastorno que suele ser escamoteado o relegado por la importancia asignada al dominio del código escrito, varían – aunque dentro de cierto rango – por una serie de factores:

- (1) Definición utilizada para las discalculias. Distinción con aquellos estudiantes que sencillamente son "malos" en las matemáticas (así como hay "malos lectores" sin ser necesariamente "disléxicos")
- (2) Año cronológico o escolar en el cual se realiza el estudio
- (3) Aplicación individual o grupal de las pruebas
- (4) Tipo de batería utilizada para evaluar la muestra (condiciones de calidad, respaldo teórico de la misma, validación en poblaciones normales y afectadas, etc.)

Para Temple, un 6 % de los niños (en edad escolar) presentan una *discalculia* ya sea aislada o asociada a otro trastorno cognoscitivo (Temple, 1992). En el DSM – IV se alerta acerca de la escasez de estudios epidemiológicos bien dirigidos (DSM – IV, 1995). En dicho manual se presenta que en *uno* de cada *cinco* personas que presentan “trastornos del aprendizaje”, logra diagnosticarse un “trastorno del cálculo”. Como entidad aislada (no acompañada por otras perturbaciones, lo cual evidentemente reduce la muestra), un 1 % de niños en edad escolar presentarían un “trastorno del cálculo”. En cualquier caso las cifras son claramente significativas.

Según Temple, las incidencias más bajas irían a un 3.6 %, sin diferencia de género (Temple, 1992). Pero nos detendremos en un estudio de Gross – Tsur et al. realizado en Israel para ilustrar un trabajo epidemiológico correctamente “tratado” y con una guía conceptual (Gross – Tsur et al., 1996). Gross – Tsur, Manor & Shalev realizaron en Israel un estudio exhaustivo utilizando una batería de exploración basada en el modelo de McCloskey et al. (McCloskey, Caramazza & Basili, 1985) –figura 1–. La batería se normalizó previamente en una población normal de 200 chicos con igual composición en cuanto al género. Parten luego de una muestra total de 3.029 sujetos que cursan cuarto año de primaria. De esa muestra, 600 obtienen valores considerablemente descendidos en la batería, *pero solamente 188 terminan siendo clasificados como portadores de una “discalculia”*. Un grupo de 143 accede a un estudio psicológico desarrollado (incluía WISC – R, estudio del dominio del código escrito, entre otras pruebas). Se trabaja finalmente con chicos cuyo CI medio fue de 98.2 (DS = 9.9) encontrándose un CIV = 94.7 y un CIE = 102.4. Los hallazgos son interesantes:

- 26 % poseían diagnóstico de “Trastorno por Déficit Atencional” <<probable>>
- 17 % asociaban una dislexia
- 10 % tenían antecedentes familiares de trastornos en la adquisición de las facultades matemáticas
- Ambos géneros estaban representados en iguales proporciones (11:10)

Finalmente la prevalencia hallada fue de un 6.5 %. En el estudio de L. Kosci sobre una población de 375 niños (5° grado) el porcentaje era de 6.4 % (Kosci, 1974). Gross – Tsur et al. concluyen en que la prevalencia de la discalculia, como trastorno del aprendizaje, la ubica en igualdad de importancia con otras categorías tales como el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad y la dislexia.

## **TIPOS DE DISCALCULIAS, CLASIFICACIONES**

Mientras que los nombres comunes y propios, los adjetivos o verbos refieren a entidades que pueden ser experimentadas en la vida cotidiana por el niño, los



números refieren a agrupaciones y cantidades que poseen una suerte de existencia o que pueden ser manejadas independientemente de cada ítem en concreto. Además, los procesos involucrados en la realización de una suma o una multiplicación no tienen paralelo en la lectura o escritura de una oración. Aún por este camino podemos llegar a entender que la discalculia es *disociable* de otros trastornos que afectan habilidades vinculadas a la escolaridad, la transmisión de sistemas simbólicos, y específicamente a la dislexia o la disgrafia. Su asociación puede responder a que dichas capacidades requieran de la indemnidad de áreas encefálicas las cuales se afectan simultáneamente por "contigüidad", no implicando que haya necesariamente componentes cognitivos en común (Temple, 1992, 1994 (B)).

Múltiples factores han sido asociados a las discalculias como "primitivos" (Temple, 1994 (A)). En dicha lista se incluyen trastornos de la atención, de la memoria, inteligencia, habilidades visuoespaciales, lenguaje y esquema corporal. Pero no se ha llegado a demostrar que una perturbación de estos dominios sea condición necesaria o suficiente para producir una discalculia, en cualquiera de sus formas. Diversas clasificaciones o descripciones de los trastornos de las facultades matemáticas, por tanto, se basan en esta suerte de presunciones, o en descripciones "ad - hoc" una vez que se obtiene el "listado" de perfiles encontrados en la casuística. Una clasificación citada a menudo es la de L. Kosc, que reproducimos en el cuadro siguiente (Kosc, 1974):

<b>TIPO DE DISCALCULIA</b>	<b>DIFICULTAD</b>
(1) VERBAL	Designación verbal de los términos matemáticos
(2) APRACTOGNÓSICA	Manipulación de los objetos de un modo matemático
(3) LEXICAL	Lectura de símbolos matemáticos
(4) GRÁFICA	Escritura de símbolos matemáticos
(5) IDEOGNÓSICA	Entendimiento de los conceptos matemáticos y capacidad de establecer soluciones mentales a problemas matemáticos
(6) OPERACIONAL	Ejecución de las operaciones matemáticas

Kosc propone que cada forma puede ocurrir de manera aislada, aunque ello no sea obligatorio. Sin embargo:

- No parte de un modelo teórico de la adquisición normal de las facultades matemáticas
- Tampoco emplea una arquitectura que especifique los subcomponentes necesarios para la capacidad matemática

- Algunas facultades no quedan bien definidas (¿Qué diferencia habría, por ejemplo, entre las formas [1] y [3]?)

En cuanto a modelos de adquisición, se suele mencionar el que ha propuesto H. Ginsberg y que sigue una línea “post – piagetiana”, por etapas, donde cada una precede a la siguiente (Ginsberg, 1977). El modelo de Ginsberg se divide en “sistemas” de adquisición:

### **SISTEMA I – Adquisición pre – escolar**

- Habilidad para resolver problemas cuantitativos (comparación de cantidades, estimación de magnitudes)

Implica poseer los principios de:

- ❑ Correspondencia uno – a – uno
- ❑ Equivalencia
- ❑ Seriación

### **SISTEMA II – Facultad de “contar”**

- ❑ Estos algoritmos de conteo, adquiridos generalmente antes de ingresar a la escuela, condicionan el inicio de la capacidad de efectuar operaciones mentales sencillas
- ❑ Posteriormente se almacenan en la memoria semántica como “datos” organizados que se extraen automáticamente

### **SISTEMA III – Adquisición escolar**

- Aprendizaje de una serie de principios y capacidades transmitidos a través de la cultura:

- ❑ Simbolismo escrito
- ❑ Algoritmos de cálculo
- ❑ Principios matemáticos

Las “discalculias” en general hacen referencia a perturbaciones del “sistema III”. Pero es de destacar que el sistema III abarca una multiplicidad de habilidades matemáticas y procesos computacionales que no son acabadamente delineados en el aparato conceptual de Ginsberg. Como ha dicho Temple, es fundamentalmente “descriptivo” y carece de poder explicativo (Temple, 1992). No deja lugar tampoco a las “dobles disociaciones”, dificultad de todo modelo “por etapas” y en serie. El modelo post – piagetiano es inflexible, no documentando que la adquisición de un sistema sea requisito indispensable para alcanzar el siguiente (Temple, 1994). Por su parte, los mecanismos estudiados por Piaget y Szeminska hacen referencia a los requisitos lógicos necesarios para el posterior desarrollo de las facultades

matemáticas, es decir, a los procedimientos que permiten obtener la concepción abstracta del número (Piaget & Szeminska, 1975).

B. Rourke ha abordado el problema de los trastornos en las facultades matemáticas desde un estudio de "grupo", comparando con la capacidad para el dominio del código escrito y en general de lo verbal (Rourke, 1993). Tomando una franja etaria que va de los 9 a los 14 años, equiparando parámetros psicométricos para hacer comparable la muestra y tomando sujetos que poseen en todos los casos trastornos de la "aritmética", Rourke obtiene tres grupos:

- **GRUPO 1 (R – S – A)** – Con déficits uniformes en la lectura, la ortografía y la aritmética
- **GRUPO 2 (R – S)** – Déficit en la aritmética pero con mejor rendimiento que en facultades de base lingüística
- **GRUPO 3 (A)** – Déficit en la aritmética pero con facultades de "base lingüística" dentro de lo normal

El grupo "A" corresponde a lo que Rourke ha llamado "*Trastorno no verbal del aprendizaje*". Si bien en los tres casos, como se decía, hay un rendimiento matemático deficitario, el perfil de los grupos (2) y (3) es superior al del grupo (1). Los grupos (1) y (2) presentan un rendimiento superior al grupo (3) en facultades visuoperceptivas y visuoespaciales, mientras que el grupo (3) es superior a los restantes en capacidades auditivas, audioverbales, vocabulario y percepción del habla. Debemos considerar, no obstante, que Rourke se maneja con la hipótesis de que los coeficientes "verbal" y "ejecutivo" del WISC reflejan diferentes sistemas de procesamiento de la información en el sistema nervioso central, lo cual es discutible. Así, entiende Rourke, el grupo (3) estaría asociado a perturbaciones del hemisferio derecho, mientras que los grupos (1) y (2) adolecen de alteraciones en sistemas implementados en el hemisferio izquierdo. De tal manera la génesis de los trastornos en la "mecánica" de la aritmética obedecería a déficits de dos tipos:

- Para el grupo (2), déficits verbales
- Para el grupo (3), déficits en las habilidades visuoespaciales

El grupo (3) muestra un perfil de compromiso en las destrezas motoras, psicomotoras y perceptivo – táctiles, aunque dichas destrezas se definen en función de las pruebas que las evalúan (específicamente provenientes de Reitan & Davidson, 1974). Caso llamativo: aunque Rourke sostiene la hipótesis del "sufrimiento del hemisferio derecho" para el "Trastorno no verbal del aprendizaje", encuentra una serie de síntomas que han sido descritos en el síndrome de Gerstmann del desarrollo (alteraciones en el reconocimiento de los dedos, trastornos del cálculo, disgrafía, indistinción derecha / izquierda). Y el síndrome de

Gerstmann se asocia a lesiones o disfunciones en el hemisferio *izquierdo*. No se halla una respuesta para este escollo.

Los sujetos del grupo (3) se muestran deficitarios en aquellas funciones neuropsicológicas que subyacen al periodo “sensorio – motriz” de Piaget desde el nacimiento, lo que ocasionaría secundariamente una perturbación en la capacidad de realizar análisis de orden superior, de organización y de síntesis de la información no beneficiándose además del “feed – back” que proporciona la experiencia. Debe aclararse que Rourke no proporciona un desarrollo de la relación causa – efecto entre sendas series de funciones, ni siquiera aplica de manera sistemática pruebas bajo el modelo del propio Piaget. Los pacientes del grupo (2) se desempeñan mejor en la solución de problemas, “testeo” de hipótesis y pruebas que requieren de “flexibilidad” cognitiva (como por ejemplo el test de las categorías de Halstead). En cuanto a las matemáticas, los integrantes el grupo (2) (R – S) presentan trastornos en el recuerdo de datos básicos (tablas), y falta de pasos para resolver problemas así como una reticencia a leer consignas, signos o palabras escritas. El tipo y la calidad de errores, no obstante, puede variar según la edad incidiendo otros factores tales como la existencia o no de tratamiento. Los integrantes del grupo (3) (A) tienden a *persistir* en el tipo de errores. Rourke los enumera de la siguiente forma:

<b>ERROR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
[1] ORGANIZACIÓN ESPACIAL	Alineación y direccionalidad
[2] DETALLE VISUAL	En símbolos matemáticos, ubicación de una coma, etc.
[3] ERRORES DE PROCEDIMIENTO	Falta, adición o error en uno o más pasos dentro de un algoritmo de cálculo
[4] FRACASO EN ALTERNAR TÉCNICAS	Pasaje de suma a multiplicación, etc.
[5] GRAFOMOTORES	Pobre escritura de numerales, a veces “hacinamiento”
[6] MEMORIA	Datos básicos (no son los predominantes)
[7] JUICIO Y RAZONAMIENTO	Cuando el problema excede la capacidad del sujeto. Este apela a soluciones “irracionales”. No generaliza un procedimiento si se plantea en situaciones disímiles. (“mala adaptación”)

En conclusión Rourke halla que hay *dos tipos* de niños con “trastornos del aprendizaje” y compromiso en la adquisición de las facultades matemáticas. En ambos casos es posible determinar *dos perfiles de déficits neuropsicológicos y de facultades indemnes* que conducirían a dos patrones diferenciales en el dominio de

las capacidades aritméticas. Los requerimientos y las estrategias de atención y rehabilitación también, por supuesto, variarán según el caso. Rourke sigue una "estructura" esquemática de déficits / facultades indemnes ("*assets*") de naturaleza neuropsicológica "primarios" que llevan a otra serie (subsidiaria) de déficits / facultades indemnes "secundarios", incluyendo como "término de destino" capacidades tales como la adaptación al ámbito social.

Por ejemplo, como "hipótesis fuerte", Rourke encuentra que los casos del grupo (A) muestran un peor desempeño en lo social que los casos del grupo (R – S). La hipótesis es que el componente adaptativo constituye vis – a – vis una consecuencia de los déficits neuropsicológicos, emergiendo de igual causa que las propias dificultades en las matemáticas. Intuitivamente, parecería que ambas condiciones obedecerían a una línea causal diferente. Es decir, la postura de Rourke es que, trastornos neuropsicológicos primarios pueden condicionar perturbaciones en otras esferas del comportamiento tales como la adaptación social, la tolerancia a la frustración, o el desempeño "ecológico" del individuo en cuestiones no – cognitivas.

Con respecto a los abundantes trabajos del grupo de Rourke deben destacarse los siguientes puntos:

- 1) Utiliza una metodología de "grupo"
- 2) Realiza una análisis de tipo "*cluster*" donde las agrupaciones surgen de variables estadísticas compartidas, y en base a un conjunto de pruebas de las cuales se *presupone* que evalúan ciertas funciones neuropsicológicas
- 3) No se explicita la relación entre la estructuración de las propias pruebas y la función en cuestión
- 4) Se asocia el período "sensorio – motriz" de Piaget a ciertas facultades estudiadas por aquellas pruebas aunque sin tomar en cuenta que provienen de "paradigmas" diversos. La relación no aparece desarrollada ni documentada
- 5) No se logra demostrar (aunque se intenta, mediante metodología de naturaleza estadística) acabadamente que los niños con trastornos del aprendizaje a una edad determinada poseen un perfil similar al de niños sanos pero *menores* (lo cual contribuiría a una hipótesis de "estancamiento" en los procesos de adquisición y no de diferentes cualitativas)
- 6) Lo visual, lo espacial, lo perceptivo, lo psicomotor, son en sí mismas funciones heterogéneas y generalmente "multicomponenciales". ¿A cuál componente de las mismas se refiere Rourke cuando las toma como variables? Es otra pregunta que queda sin contestar
- 7) Rourke clasifica los trastornos de las facultades matemáticas partiendo del grado de dominio de lo que llama facultades de "base lingüística". Esto de por sí no representa un camino "privilegiado" para dilucidar la naturaleza de las propias facultades asociadas a la aritmética

A pesar de las múltiples críticas, la prolífica y exhaustiva documentación empírica contribuye a la comprensión de las discalculias (si se toman en cuenta las limitaciones que su metodología entraña).

## **RELACIÓN DE LAS DISCALCULIAS CON OTRAS FUNCIONES: EL SÍNDROME DE GERSTMANN DEL DESARROLLO**

Las facultades matemáticas han sido asociadas a una serie de funciones cognitivas:

- El lenguaje (oral y escrito)
- El esquema corporal
- El conocimiento del cuerpo y la distinción derecha / izquierda
- El conocimiento de los dedos
- Las habilidades visuoperceptivas y visuoconstructivas

Sin embargo no hay trabajos donde se documenten de manera causal la relación entre las diversas facultades señaladas. El síndrome de Gerstmann (descrito para el desarrollo) agrupa una serie de síntomas: dificultad para el reconocimiento de los dedos (en pruebas no verbales), una indistinción derecha izquierda, una agrafia y una discalculia que suele asemejarse a lo que previamente fue caracterizado como una anaritmia (Kinsbourne & Warrington, 1963; PeBenito, Fish & Fish, 1988). Suele presentarse de forma frustrada (para afirmar el diagnóstico no puede estar ausente la perturbación en el reconocimiento de los dedos), o asociar otra sintomatología (una dispraxia, alteraciones visuoconstructivas). La organización matemática puede profundizar su perturbación cuando se cambia de sistema (desde el decimal al sexagesimal utilizado para medir el tiempo) y en especial si la contabilidad y ubicación de la numeración sigue un determinado orden espacial. La discalculia constituye un elemento casi constante del síndrome que, si bien no es frecuente, tampoco es raro. La naturaleza de la relación entre cada componente es todavía materia de discusión ya que, o cada complejo sindromático permanece mal especificado, o se describen casos en que aparecen aislados (por lo cual se refuta que haya una relación de necesidad entre ellos).

El síndrome de Gerstmann del desarrollo suele acompañarse de perturbaciones de origen encefálico que se manifiestan como hiperactividad, span de dígitos (memorias a corto plazo) reducido, descenso en baterías de evaluación intelectual general, signos neurológicos "blandos" así como historias médicas con afecciones y alteraciones electroencefalográficas (PeBenito, Fisch & Fisch, 1988). Además, mientras que la tétrada sintomática se asocia a una lesión parietal izquierda en los adultos, en el caso del desarrollo suele observarse en disfunciones *biparietales* (PeBenito, Fisch & Fisch, 1988). La asociación a trastornos del lenguaje es mucho más frecuente que en los adultos. Benton encuentra que cuando los cuatro elementos del síndrome están presentes, otros déficits también

suelen encontrarse, lo cual hace dudoso la utilidad del síndrome como tal (Benton, 1987). Aunque no se demuestra una relación funcional, dado el contexto de aparición (verbal o no verbal) de la sintomatología, y el alto porcentaje de hallazgos de trastornos en el dominio del código escrito, Benton propone que se haga una distinción entre formas disléxicas o no disléxicas del síndrome (Benton, 1987).

Von Aster ha señalado que las discalculias están frecuentemente relacionadas a síndrome psiquiátricos y neurológicos (desde perturbaciones emocionales y del comportamiento, enuresis, hasta epilepsia) (Von Aster, 1993). En su revisión encuentra referencias acerca de la existencia de anomalías en la lateralización funcional, con mayor frecuencia de lateralidad cruzada (mano – pie – ojo) o mayor incidencia de zurdería en niños con discalculia sin trastornos del dominio verbal comparándose con aquellos casos donde asociaban compromiso de dichas facultades cognitivas. Además, tanto las dificultades en la orientación derecha / izquierda como en la identificación de los dedos constituirían un hallazgo frecuente así como la capacidad para reconstruir mentalmente figuras geométricas en niños con discalculias – más allá de que se trate de un síndrome de Gerstmann constituido (Von Aster, 1993). Puede interpretarse que la concepción del número y el desarrollo del cálculo requieren de la adquisición de un espacio numérico interior, asimétrico, con direcciones que exigen un seguimiento mental definido. Las facultades en el área de la imaginación espacial y dinámica serían relevantes en la adquisición de estas aptitudes.

## **FACULTADES MATEMÁTICAS, DISCALCULIAS Y CEREBRO**

Aunque en algunas definiciones está sugerido, no ha podido demostrarse que haya una o un conjunto de lesiones o disfunciones ligadas a la discalculia así como tampoco modificaciones en la organización encefálica o indicadores que sugieran perturbaciones en la diferenciación al nivel del registro neurobiológico (Temple, 1992, 1997). Solamente en un caso descrito por Temple de esclerosis tuberosa de Bourneville se demuestra un nódulo tuberoso prefrontal derecho, elementos no generalizados de síndrome disejecutivo y una forma de discalculia en la cual estaban alterados los mecanismos de cálculo con el resto de las facultades matemáticas básicas indemnes (Temple, 1991). El vínculo entre funciones ejecutivas, lóbulos frontales y realización de las operaciones matemáticas ha sido planteado en el llamado modelo neurofuncional de Dehaene y Cohen del cual se realizará una resumida descripción (Dehaene & Cohen, 1995). No ha podido determinarse claramente una *etiología* para las discalculias, y aunque pueda en algunos casos demostrarse perturbaciones del funcionamiento cerebral, no se justifica plantear la existencia de “acalculias” (trastorno adquirido), en tanto la función afectada todavía no ha sido dominada (Von Aster, 1993). En todo caso se trata de la acción de una noxa (que suele plantearse como “externa” al individuo

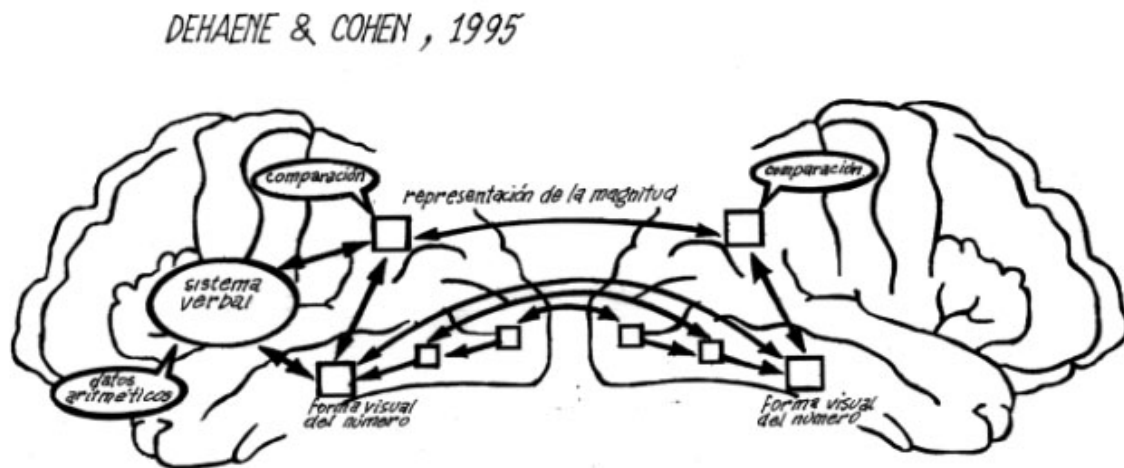
o, en algunos casos, por factores de naturaleza genética) durante el desarrollo de una función.

El modelo neurofuncional de Dehaene y Cohen que ya fue mencionado, parte de evidencias neuropsicológicas (Dehaene & Cohen, 1995) – ver figura 1 –. Los hallazgos en el cual se fundamenta provienen de trabajos y experiencias realizadas en adultos sanos o con lesiones encefálicas, utilizando diversos géneros de metodología (neurofisiológica, imagen estructural o metabólica, pruebas de presentación por hemicampos, etc.). De cualquier manera, puede comenzarse, de manera heurística, proponiendo que el niño debe obtener la adecuada maduración de ciertas áreas cerebrales para ser capaz de dominar eficazmente estas funciones, por lo cual los estudios en adultos poseen cierta relevancia.

En los trabajos de Besner et al. acerca de presentaciones sobre hemicampos, se concluyó en que los numerales generales no son primero representados dentro de un complejo de imaginación mental y luego asignados a su valor matemático (Besner, Grimsell & Davis, 1979). El juicio comparativo de los numerales arábigos estaría vinculado a los códigos lingüísticos y por lo tanto habría una superioridad del hemisferio izquierdo para ese tipo de tareas (la comparación requiere de información semántica). Pero además el hemisferio izquierdo predominaría en tanto la prueba requiere de un procesamiento analítico del estímulo, independientemente ahora de que se trate de un pasaje por la modalidad verbal. Posteriormente Boles encuentra – bajo el mismo género de paradigmas experimentales – que la predominancia del hemisferio izquierdo se comprobaba para los nombres de números y los numerales arábigos multidígitos (las pruebas incluían el conteo, el reconocimiento y el juicio de magnitud) (Boles, 1986). No habría diferencia entre ambos hemisferios si se trata de dígitos aislados o el estímulo relevante es la disposición en el espacio de los estímulos. Recuérdese que los números arábigos constituyen el único código verdaderamente logográfico de que disponen las lenguas europeas. En un trabajo de Dalmás y Dansilio pudo comprobarse que la capacidad de juzgar magnitudes entre números multidígitos (código arábigo) es posible aunque el acceso a su representación verbal no se produzca, por lo cual el hemisferio derecho posee cierta capacidad de estimar el significado el código logográfico arábigo sin necesidad de mantener la ruta de transcodificación al código verbal (Dalmás & Dansilio, 2000). En otra línea de investigación (estudios de mapeo cerebral cuantitativo y medida de la coherencia – adolescentes sanos), la comparación de magnitudes, tanto de numerales multidígitos (código arábigo) como de nombres de objetos o de animales manifiesta una mayor actividad parieto – temporal bilateralizada (Cibils & Dansilio, 1997). Si se trata de numerales se agrega la activación prefrontal bilateral, posiblemente porque el numeral constituye un estímulo nuevo, y además porque requiere de un análisis secuencial para estimar luego la cantidad que representa.



Dehaene y Cohen, tomando en cuenta hallazgos de diversos tipos (neurofisiológicos, lesionales, pruebas de cerebro dividido, etc.) correlacionan su modelo cognoscitivo de las facultades matemáticas con las posibles representaciones encefálicas del mismo (Dehaene & Cohen, 1995). En dicho modelo (ver figura 1):



- (1) Ambos hemisferios poseen iguales procedimientos visuales de identificación de números arábigos. El hemisferio izquierdo (personas diestras, por supuesto), accede además a números multidígitos y a los nombres de números. Más reducida es la capacidad de discriminar la sintaxis de números multidígitos, y el lexicon verbal para los mismos es escaso.
- (2) Ambos hemisferios contienen una representación analógica de la cantidad o de magnitudes numéricas (aquella representación que le permite a un número asociar la cantidad aproximada correspondiente, utilizarlo para una operación, juzgar si es par o impar, determinar si se asocia a una precio barato o caro, etc.). Estos procesos están implementados en áreas groseramente topografiadas sobre las inmediaciones de la confluencia parieto – témporo – occipital lo cual sería coherente con la disposición del sistema semántico en general.
- (3) Únicamente el hemisferio izquierdo desarrolla las representaciones correspondientes a las secuencias de palabras que refieren a los numerales verbales así como los procedimientos necesarios para identificar y producir los numerales orales (código verbal). Dichos mecanismos no son absolutamente específicos para los números y estarían implementados en las clásicas áreas del lenguaje del hemisferio izquierdo así como los ganglios grises de la base y el tálamo.

- (4) El cálculo mental suele estar vinculado íntimamente al lenguaje y la representación verbal de los números así como la evocación de los datos aritméticos. No ha podido demostrarse que existan diferentes “estilos cognitivos” de calcular, aunque hayan sido propuestos y supuestos – muchas veces con buenos argumentos. Si se trata de operaciones que implican números multidígitos la coordinación con representaciones visuoespaciales, y eventualmente la imaginaria asociada al hemisferio derecho esté implicada.
- (5) Normalmente, los múltiples niveles actúan en red mediante las conexiones respectivas.
- (6) Finalmente las operaciones propiamente dichas son harto complejas y el concepto unitario de “anaritmética” puede inducir a confusiones en tanto diversos componentes integran cada proceso de cálculo. En el caso de los adultos, la anaritmética pura puede aparecer en lesiones parietales inferiores, frontales y subcorticales, generalmente del hemisferio izquierdo. Cohen y Dehaene realizan una fragmentación en cuatro componentes, predominando la representación frontal para la mayoría de ellos:
- (a) Memoria asociativa (datos básicos)
  - (b) Elaboración semántica (comprensión de la operación que se lleva a cabo y su significado)
  - (c) Memoria de trabajo (para efectuar los pasos de manera continua, organizada, coordinando informaciones concurrentes, extrayendo el conocimiento relevante desde la memoria semántica y estableciendo la secuencia correcta de pasos)
  - (d) Selección de la estrategia oportuna según el caso y planificación de la operación así como monitorización de la eficacia de la misma. En la medida que los algoritmos requieren recursos visuoespaciales (por la organización del cálculo) el sistema debe acudir a aquellos.

## **ARQUITECTURA COGNOSCITIVA DE LAS FACULTADES MATEMÁTICAS Y TIPOS DE ERRORES**

Dentro de los sistemas notacionales europeos todo número (o cantidad) posee tres modalidades de representación:

- Una modalidad visual, escrita, el sistema arábigo. Éste se caracteriza por ser de base 10 y poseer una escritura posicional (el valor del dígito depende de su ubicación dentro de la cifra), con el 0 que denota no solamente al conjunto vacío sino que adopta distintos valores según su ubicación dentro de la estructura de la cifra. Debe destacarse nuevamente que constituye un código logográfico a diferencia del resto del sistema de escritura europea (fonográfico, donde cada signo representa a un sonido o conjunto de sonidos).
- Una modalidad verbal – escrita, que sigue el código alfabético (nombres de números).

- Una modalidad verbal – oral.

Al pasaje de una modalidad a la otra se le conoce como proceso de <<transcodificación>>. El sistema es simple (no hay, por ejemplo, polisemia, y la correspondencia entre cada signo es de uno – a – uno) pero no es trivial. Por ejemplo, el morfema “*cientos*” puede transcodificarse de tres maneras según el contexto:

/dos cientos/ → 200  
 /tres cientos cuatro/ → 304  
 /cuatrocientos veintitrés/ → 423

El mismo morfema se transcodifica a la modalidad arábica de tres maneras diferentes

Por otra parte debe tomarse en cuenta que la cifra tiene:

- (1) Una dimensión llamada *lexical*, que hace referencia a los dígitos individuales que la componen
- (2) Una dimensión llamada *sintáctica*, que trata de las relaciones entre los dígitos que integran la cifra

Los errores pues, serán de naturaleza lexical (raros de observar):

85

COLUMNAS (“STACKS”) O CLASES			
POSICIÓN	UNIDADES	PARTICULARES	DECENAS
• 1	• UNO	ONCE	
• 2	• DOS	DOCE	VEINTE
• 3	• TRES	TRECE	TREINTA
• 4	• CUATRO	CATORCE	CUARENTA
• 5	• CINCO	QUINCE	CINCUENTA
• 6	• SEIS	DIECISÉIS	SESENTA
• 7	• SIETE	DIECISIETE	SETENTA
• 8	• OCHO	DIECIOCHO	OCHENTA
• 9	• NUEVE	DIECINUEVE	NOVENTA
• 0	• DIEZ	DIEZ	...

100020024

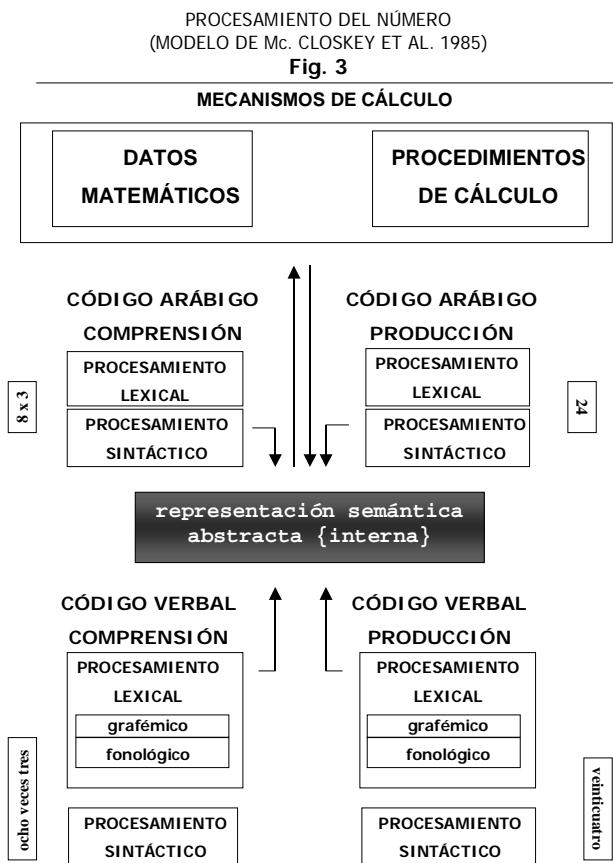
ones” (puesto que se transcribe plegamientos”.

ores no se producen al azar sino r (posición) dentro de una cierta gar y se cambia la magnitud e el lexicon para estos sistemas ón y la columna de la magnitud ser de utilidad cuando intentan ue la disposición según el valor ilustrativa.

Fig. 2 - Organización del lexicon verbal para numerales

Por otra parte, y siguiendo los hallazgos de McCloskey, Caramazza y Basili, los errores traducen una disociación entre los siguientes sistemas de procesamiento de las facultades matemáticas (McCloskey, Caramazza & Basili, 1985) – ver figura 3 –:

[1] Un sistema de comprensión de los números, que varía según la modalidad (verbal o arábica), y dentro de cada modalidad con un componente para decodificar la composición lexical del mismo y otro para la estructura sintáctica. El sistema de comprensión elabora una representación del número para que pueda ser introducida en el sistema semántico y darle entonces el significado respectivo. Luego de asignarle ese significado (cuantificacional), el número podrá emplearse para efectuar un cálculo, para entender si el precio de determinado artículo es caro o barato, o para transcodificarlo hacia otra modalidad.



[2] Un sistema semántico, relativamente específico, aunque normalmente pueda establecer interacciones con el resto de las redes semánticas del aparato cognoscitivo.

[3] Un sistema de cálculo, donde se almacenan por un lado los datos básicos (aquella información que se extrae directamente de la memoria como por ejemplo las tablas de multiplicar), y por otro los algoritmos para cada tipo de operación básica. Las diferentes operaciones pueden disociarse, no porque haya una suerte de “centro” cerebral para cada una, sino porque requieren de múltiples mecanismos cognitivos para llevarse a cabo. El ejecutivo central es fundamental en estos procedimientos.

[4] Finalmente un sistema de producción de números, con las mismas especificaciones que el sistema de comprensión. Debe destacarse que los procesos no se producen de manera reversible, ya que en cada caso se parte de un estímulo distinto. Por lo demás, los autores han demostrado que tanto los procesos de comprensión como de producción pueden estar disociados.

Es materia de discusión si en el desarrollo, dicha modularidad emerge desde el principio del aprendizaje o sigue un curso de diferenciación progresiva. También es motivo de controversia si los procesos de transcodificación deben atravesar necesariamente una representación semántica como en el modelo de McCloskey, Caramazza & Basili, o pueden efectuarse siguiendo algoritmos relativamente directos como en el modelo de triple código de Dehaene y Cohen (Dehaene & Cohen, 1995) –ver fig. 3–. Existen algunos datos que sugieren la posibilidad de transcodificar números de gran complejidad para los niños sin que haya una correcta representación semántica de los mismos (Dansilío & Chiappa, 2000). Pero también debe explorarse la capacidad de formarse una cabal representación semántica del número por diferentes caminos: en el caso de McCloskey et al. se reduce a una prueba de comparación de magnitudes dejando de lado la posibilidad de ubicar la cifra en contextos ordinales, en la noción de fracciones, en la capacidad de construirla dentro de material no rutinario (fichas, columnas, hileras con diversos valores, etc.). Dehaene y Cohen agregan además el “conocimiento enciclopédico” del número (por ejemplo: 1492 → [*año en el que Colón llega a América*]). Aunque en estos casos el número es extraído de su contexto cuantitativo (y por tanto del ámbito de las matemáticas), puede ser de utilidad para diseñar estrategias de tratamiento cuando esta serie de conocimientos se mantiene.

Finalmente debe pasarse una revisión al conjunto de errores que los niños con discalculias suelen producir, la mayoría de los que se transcriben surgen de la experiencia del grupo de Neuropsicología citado en Dansilío y Chiappa (Dansilío y Chiappa, 2000). Deben hacerse las siguientes aclaraciones:

- 1) En general los errores, excluyendo los de naturaleza lexical, frecuentemente aparecen en el transcurso del desarrollo normal. La patología “no inventa nada nuevo”. En un interesante trabajo de Seron, Deloche y Noël se demuestra cómo los niños, durante la escolarización, cometen errores que después

superan (Seron, Deloche & Noel, 1992). El aspecto crítico es que los errores persistan más allá del tiempo habitual y que sean refractarios a las correcciones.

- 2) Dada la multiplicidad de clasificaciones, en algunos casos pueden confundirse denominaciones tales como "lexical" y "sintáctico". La precisión con la cual se describe el error y la sistematicidad del mismo en diversos ítems es lo que cuenta.
- 3) Los errores en un tipo de transcodificación no necesariamente se muestran en espejo para el proceso inverso.

Se destacan, pues los más frecuentes, dividiéndolos en errores dependientes de los procesos de transcodificación y errores de las operaciones<sup>▲</sup>:

### [1] ERRORES EN LOS PROCESOS DE TRANSCODIFICACIÓN

- Lexicalizaciones:  
/mil doscientos/ → 100200  
/ciento nueve/ → 1009
- Errores "10x":  
/ciento treinta/ → 1030
- Errores puramente lexicales:  
36 → /setenta y seis/  
[NOVECIENTES VEINTIUNO] → /ochocientos veintidós/  
/treinta y cuatro/ → 35
- Errores sintácticos  
/cuarenta mil siete/ → 407  
/siete mil cuarenta/ → 700040  
307 → /tres cero siete/  
5070 → /quinientos setenta/
- Efecto de "particular":  
113 → /ciento catorce/  
/doscientos quince/ → 217
- Sobre-extensión de reglas:  
13 → /diecitrés/
- Números "ilegales":  
1916 → /diecinueve ciento dieciseis/

*Precisiones:* En los errores llamados "sintácticos" se viola la arquitectura relacional de la cifra y por lo tanto se pierde la magnitud (en algunos casos con una comprensión adecuada del número diana y en otros con una falla en la comprensión). Algunos errores (como por ejemplo los incluidos dentro de las lexicalizaciones) cabrían como errores de naturaleza claramente sintáctica.

---

<sup>▲</sup> Se seguirán las reglas clásicas enmarcando entre barras oblicuas paralelas y en minúsculas lo que representa al código verbal oral. La transcripción en mayúsculas corresponde al código alfabético.

Por otra parte los particulares (números del once al diecinueve, parecerían estar representados como un todo ya que suelen sustituirse de tal forma).

## [2] ERRORES EN LAS OPERACIONES

### (a) DATOS BÁSICOS (TABLAS)

- Errores de “parentesco”:
- $3 \times 6 = 21$
- Errores de “deslizamiento”:
- $4 \times 3 = 11$
- Excepcional que se cometan errores totalmente “fuera de tabla”

### (b) CÁLCULO ESCRITO

- Desalineamiento en los productos de la multiplicación
- Dificultades en las “llevadas” y / o en el “pedir prestado” (implica siempre una correcta concepción de la cifra multidígito)
- Introducción de ceros en lugares no pertinentes
- Secuenciación incorrecta de los procedimientos
- Introducción de operaciones erróneas en el transcurso de una operación como la multiplicación
- Hecho más grave: pérdida del concepto de la operación requerida

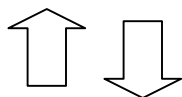
*Precisiones:* El cálculo mental siempre debe explorarse ya que puede encontrarse relativamente indemne con relación al código escrito. Habría sin embargo una serie de problemas: calcular mentalmente requiere de un conjunto de funciones cognitivas (sistema ejecutivo central, sistemas esclavos, modalidad verbal, etc.) que hacen dificultoso estimar la especificidad del trastorno. Pero además se torna más engorroso poder hacer explícitos los pasos en los que se producen los errores. Finalmente, para el caso del “concepto de la operación”, es imprescindible agregarle a las pruebas preguntas relativamente protocolizadas que permitan indagar acerca del conocimiento que posee el niño sobre el significado de cada una.

Por otra parte, se han seleccionado errores típicos que no pueden considerarse sin embargo *patognomónicos*. Solamente la persistencia de los mismos, la sistematicidad en su producción, el hecho de seguir un patrón característico de fallas, la renuencia a técnicas pedagógicas adecuadas o la posibilidad de descartar otros trastornos cognoscitivos que puedan explicarlos constituyen elementos que contribuyen al planteo de un trastorno específico en las facultades matemáticas. La evaluación debe ser exhaustiva y en la mayoría de los casos requerirá la formulación de hipótesis acerca de la situación individual – a partir de dichas hipótesis se estudiará la eventualidad de diseñar nuevas pruebas.

Algunos errores pueden depender de una inadecuada adquisición del concepto que subyace al número multidígito (tanto errores de transcodificación como de cálculo), máxime cuando en las lenguas europeas la transcripción no es

transparente<sup>^^</sup>. Fuson & Smith han propuesto lo que denominan la <<**red de las estructuras conceptuales acerca del valor posicional**>> cuya adquisición es imprescindible que el niño pueda contar de manera bidireccional hacia cada componente de la cifra (números multidígitos), como ejemplo para números del orden de las decenas (dígase por ejemplo, 34) (Fuson & Smith, 1995):

DECENAS → NOMBRES → MARCAS [numerales arábigos]



UNIDADES → NOMBRES → MARCAS [numerales arábigos]

→ (dominio) REGLAS DE PASAJE ENTRE UN PROCEDIMIENTO Y EL OTRO (SEGÚN LA MODALIDAD REPRESENTATIVA) PARA IR REVERSIBLEMENTE DE UN PUNTO AL OTRO DEL CIRCUITO QUE SE EXPRESA EN EL ESQUEMA SEÑALADO (figura 4).

La obstrucción en cualquier vértice del esquema implica una dificultad para coordinar ese número multidígito y por lo tanto para acceder a su sintaxis. Tampoco se lo asociará a la cantidad que le corresponde como un todo. Este fracaso puede condicionar fallas en la realización / aprendizaje de sustracciones con dificultad ya que el niño “resta” cada dígito de manera independiente. El modelo indicado en la figura no constituye un modelo de “desarrollo” (no predice que un módulo se adquiere primero ni establece secuencias), y se puede ingresar a cada estrato por diferentes niveles, de acuerdo a la metodología de enseñanza o tratamiento empleada así como al estilo cognitivo del niño.

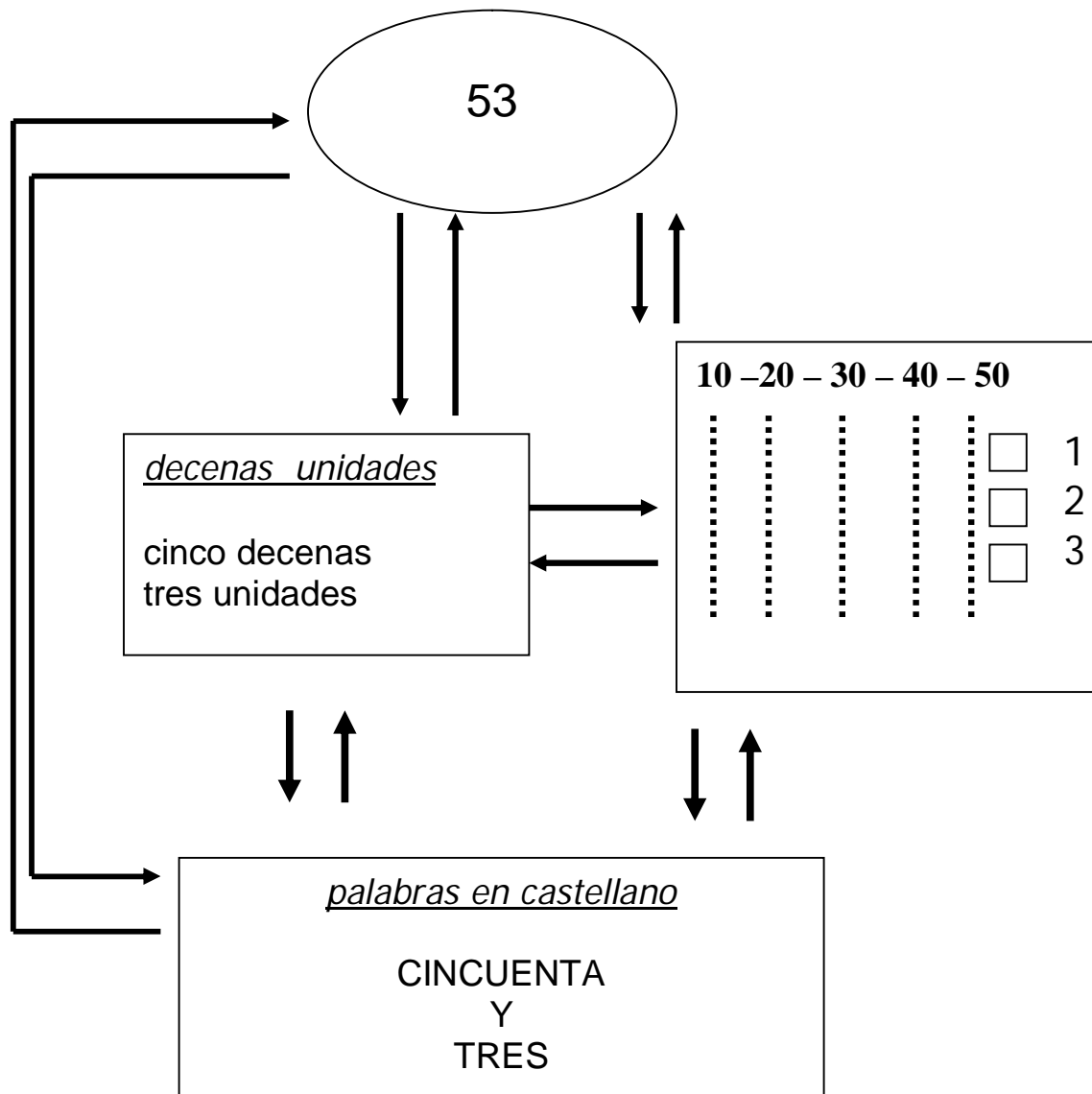
El dominio de las matemáticas, en sus aspectos básicos, integra pues una serie de componentes de diversa índole: conceptuales, referenciales, palabras, sistemas notacionales. Fuson ha acuñado posteriormente el término de <<**redes de soporte conceptual**>> para designar aquellos conocimientos que permiten la comprensión y el avance en los números multidígitos como punto de partida simbólico para adquirir el resto de las habilidades (Fuson, 1998). Fuson insiste en que los conceptos matemáticos deben estar vinculados con elementos de la vida diaria e ir construyéndose una serie de operaciones que, cuando menos al inicio, sean “significativas”. Tanto los “malos” calculadores como niños que padecen de trastornos específicos pueden encontrar una brecha entre el ámbito formal de la disciplina y los problemas que se plantean en la cotidianidad.

---

<sup>^^</sup> En chino, por ejemplo, “33” se diría algo así como TRES – DIEZ – TRES facilitando la representación de la cantidad nombrada y haciendo que la transcodificación sea directa.



K. C. Fuson, 1998 – Fig. 4



## ABORDAJE DE LA NEUROPSICOLOGÍA COGNITIVA

C. Temple ha establecido un proyecto de trabajo en el cual las discalculias son exploradas siguiendo un esquema y un modelo teórico primariamente desarrollado para adultos: el modelo ya considerado de McCloskey et al., tratando de determinar si los diversos subcomponentes que presenta dicho modelo *también son dissociables* en los niños, buscando así documentar un enfoque "modular" en el proceso mismo del desarrollo (Temple, 1992; 1994 (A); 1994 (B)). Temple encuentra argumentos para asegurar que hay una organización estructural

subyacente marcadamente similar entre las acalculias y las discalculias, posición que ha mantenido en trabajos más recientes (Temple, 1997). Por lo demás, los diversos subcomponentes de la arquitectura cognoscitiva necesaria para las facultades matemáticas no serían mutuamente dependientes durante el desarrollo obteniéndose así una ventaja evolutiva (la perturbación de un componente no necesariamente afecta a otro o impide el acceso a la adquisición del resto). La manera de someter estas hipótesis a la situación experimental es mediante la metodología de "caso único" o de "caso múltiple".

Temple ha descrito tres tipos de trastornos asociados a las facultades matemáticas siguiendo los principios teóricos y metodológicos mencionados (Temple, 92; 94; 97):

### **TRASTORNOS EN EL PROCESAMIENTO DEL NÚMERO**

En el caso descrito por la autora aparecen *errores lexicales* en la lectura de arábigos, manteniéndose intacta la sintaxis de las cifras. Por ejemplo:

**386 → /trescientos cincuenta y seis/**

Tipo error infrecuente, tanto en la adquisición normal como en los propios casos de discalculia.

No hay dislexia y el coeficiente intelectual se ubica dentro de lo normal. Temple no halla "efecto de magnitud", es decir, el número de dígitos que posee cada cifra leída no incide en la aparición de los errores aunque sí la *posición* dentro de la secuencia, tendiendo a producirse en los últimos. El marco sintáctico se construiría de manera adecuada (podría presumirse así que la comprensión estaría indemne, aunque nada se dice, ni siquiera en las publicaciones originales). El trastorno se genera "en espejo" cuando el joven debía escribir arábigos – al dictado – o repetirlos (producción escrita logográfica y verbal – oral). Pero lo llamativo es que también en la lectura de "nombres de número" (código alfabético) aparece el mismo patrón de errores. Temple supone que la diferencia en porcentajes aboga a favor de procesos independientes. Pero también podría argumentarse que los mecanismos de extracción lexical son únicos o permanecen indiferenciados en determinadas etapas del desarrollo y *solamente después* comienzan a diferenciarse por modalidad.

Lo que efectivamente puede asegurarse es que hay una disociación entre las dimensiones lexical y sintáctica de los numerales. Pero además – hecho de suma importancia – que la lectura de palabras y de números ocupa "diferentes lugares cognoscitivos" en el curso del desarrollo. También que dentro de la lectura de palabras, los numerales alfabéticos (aquellas que denotan números) poseen una representación discriminada en relación al resto del lexicon ortográfico Aunque

se combinaran palabras extraídas del lexicon no matemático aquellas eran leídas correctamente:

EJEMPLO:

**MIL DOSCIENTOS ROJO TREINTA Y VERDE DOS CASAS**

Los errores se producen en los nombres de números, pero no en las palabras subrayadas.

Temple ha denominado a este tipo de trastorno "*dislexia para dígitos*" (Temple, 94 (A)). Como además la sustitución de un particular se da por otro particular (por ejemplo, [14] sustituye a [15]), supone que paulatinamente se va estructurando una organización en "clases" o "columnas" como habíamos visto previamente para el lexicon de los numerales (figura 4). Por lo demás, la plasticidad funcional en el desarrollo tiene sus límites ya que el joven no logra superar el déficit.

### **TRASTORNOS PARA ACCEDER A DATOS BÁSICOS DE LAS MATEMÁTICAS**

Aquí se afecta el dominio de las tablas de multiplicar u otros datos que son normalmente extraídos de la memoria a largo plazo. En el caso de las tablas de multiplicar los errores son de tipo "*dentro de tabla*":

$$4 \times 8 = 40 \quad ( \quad 5 \times 8 = 40 \quad )$$

En el cual el resultado obtenido es erróneo pero se encuentra dentro de la tabla para uno de los operadores; o de tipo "*salto*" donde el error se aproxima al resultado correcto pero hay un deslizamiento de no más de una o dos unidades con respecto a uno de los dígitos:

$$4 \times 9 = \underline{46}$$

Temple describe el caso de dos mellizos de 12 años (AW y RW) con un CI "privilegiado" de 146 y 145 respectivamente (Temple, 1994 (A)). Los niños padecían de una disgrafía fonológica cuya relación con el trastorno en la capacidad de evocar datos básicos no ha podido determinarse. Lo cierto es que su aventajada capacidad intelectual les permitía recurrir a estrategias de alternativa para resolver las tablas, por ejemplo, si se le presentaba "6 x 6":

$$\boxed{6 \times 6} = 2 \times 6 = 12; \times 2 = 24; + 12 = 36 \quad ;!$$

El tiempo de reacción aparecía enormemente elevado, y eran siempre "lentos" para resolver cálculos. "En clase" la estrategia seguida era claramente ineficaz. El resto de las facultades asociadas a las matemáticas (capacidades de

transcodificación, algoritmos de cálculos, resolución de problemas) se encontraban intactas, por lo cual el subcomponente de "datos básicos" como información almacenada en memoria o de "extracción automática" era dissociable del resto de los subcomponentes del modelo. Un alerta es que la lentitud puede no ser un mero estilo funcional del paciente sino que implica el recurso a estrategias de alternativa por trastornos específicos). El tercer caso descrito también se acompañaba de perturbaciones fonológicas (Temple, 94 (B); 97). La asociación entre la capacidad de extraer datos básicos y el lenguaje es sugestiva.

### **TRASTORNOS DE LOS PROCEDIMIENTOS ARITMÉTICOS**

Para resolver una operación cualquiera una serie de requisitos son imprescindibles. Primero el problema debe ser "identificado" (el "qué"). Luego se establece un plan al respecto. Y posteriormente debe desarrollarse un algoritmo en consecuencia con lo previamente concebido, cuidando de que los diversos "pasos" sean adecuados y sigan la secuencia correcta. Es de notar que dichos pasos son múltiples cuando se exceden cifras de 10. Ahora, es requerido además el manejo de las cifras con relación a la posición de cada elemento dentro del conjunto (aquí se explica la razón de las "llevadas" o las "pedidas prestadas"), con una adecuada conceptualización de la cifra. Generalmente todo este proceso se "mecaniza" a tal punto que el sujeto no es capaz de explicitar el "porqué" de cada paso.

Temple describió un caso de un joven de 17 años, SW, que padecía de "esclerosis tuberosa de Bourneville" (Temple, 1994 (A)). La inteligencia "psicométrica" aunque descendida, se ubica dentro del rango de lo normal y no alcanzaría para explicar el trastorno que encontró en las matemáticas. La autora asocia la perturbación a los lóbulos frontales (que se encontraban comprometidos por la afección en el paciente, hecho constatable aún mediante pruebas específicas). El paciente "concebía" adecuadamente la operación a realizar pero era *incapaz de llevarla a cabo*. Lograba relatar verbalmente de "qué" se trataba cada operación, conocía las tablas e identificaba correctamente los números, pero fracasaba cuando intentaba realizar el cálculo real. Los errores eran múltiples: interrupciones por "no poder progresar", ubicación incorrecta de los ceros, mala alineación de las cifras con las cuales operaba, procedimientos "sistemáticos" pero no oportunos, introducción de pasos inapropiados y "llevadas" incorrectas. Temple concluye en que:

- (1) **El conocimiento procedural es independiente del conocimiento de los números y de los datos básicos así como de la concepción de la propia operación**
- (2) **La adquisición de datos básicos puede preceder a la adquisición de los algoritmos del cálculo**
- (3) **Los errores pueden seguir ciertas "reglas" y cierta "lógica"**

**(4) Hay límites, una vez más, en la capacidad de plasticidad funcional del sistema nervioso central para las facultades cognitivas**

Como consecuencia de los hallazgos encontrados Temple ha propuesto otra tesis que podríamos considerar “fuerte”:

- (A) Las discalculias y las acalculias parecerían ser análogas desde un punto de vista cognitivo**
- (B) Los componentes de la arquitectura cognoscitiva serían aquí, en este nivel del desarrollo, también modulares, y se especificarían de manera innata**
- (C) El proceso de aprendizaje solamente proporcionaría la “base de datos” necesaria para funcionar, para su enriquecimiento y para el contenido de los sub-sistemas**

Con respecto al trastorno de los mecanismos procedurales, que suelen ser sumamente invalidantes, las estrategias de rehabilitación deben seguir ciertos procedimientos como por ejemplo fragmentar los pasos de una operación en componentes tan simples como sea posible o sencillamente apoyarse en la calculadora de bolsillo (prótesis mentales). Si el trastorno es severo no podríamos esperar más que entrenar al paciente en el uso del dinero, de los vueltos y del cálculo de precios con material concreto. Los datos básicos, en caso de que sean deficitarios, suelen recibir un apoyo eficaz si se introduce “la música” en su re-aprendizaje. No es posible olvidar tampoco que para calcular adecuadamente siempre será un requisito fundamental conceptualizar adecuadamente al número, determinar los valores posicionales y aproximarse a la cantidad asociada a los mismos.

Finalmente, la metodología de Temple nos orienta a pensar que puede haber “dobles disociaciones” entre los diversos subcomponentes necesarios para las facultades matemáticas básicas aún en el transcurso de los procesos de adquisición. Cada componente no sería un precursor necesario para acceder al siguiente, por lo cual existirían argumentos en contra de los modelos directamente post – piagetianos, al menos dentro de las matemáticas. Habría además diferencias individuales en la adquisición de ciertas habilidades y el desarrollo de estrategias, por lo cual no hay mucho lugar para plantear una “serie única” de pasos invariantes dentro del curso de la adquisición. Para terminar, poco se sabe del pronóstico de este tipo de trastornos, aunque sí resulta claro que la compensación espontánea es mínima o nula. El tratamiento de los mismos implicaría de por sí una consideración aparte.

## **CONCLUSIONES**

Las discalculias han sido descuidadas hasta hace poco tiempo, ello se debe, y en parte explica una serie de hechos:

- (1) La ausencia de estudios epidemiológicos correctamente realizados, que muestran una prevalencia considerable.
- (2) La asociación a trastornos del lenguaje (oral o escrito) que, aunque frecuente, no implica un vínculo funcional o cognoscitivo entre los mismos. Se describen discalculias en ausencia de alteraciones del lenguaje y viceversa.
- (3) El grado de invalidez que suscitan las discalculias puede ser severo tanto en lo personal, en lo social como en lo laboral
- (4) Generalmente las discalculias se acompañan de otros trastornos neuropsicológicos, neurológicos y psiquiátricos que empeoran aún más la calidad de vida del paciente y el pronóstico

Se requieren todavía modelos teóricos más precisos acerca de la arquitectura cognoscitiva que subyace a las facultades matemáticas y por lo tanto imprescindibles en su adquisición. Ello permitiría no solamente ajustar diagnósticos, caracterizar adecuadamente los trastornos sino además establecer programas de tratamiento (o directamente pedagógicos) más coherentes y sólidamente fundados. Otra dificultad es lograr metodologías de evaluación exhaustivas, validadas y unificadas (lo cual no quita que cada batería deba adaptarse al medio social, cultural y académico donde se aplicará).

Aunque se presume que el trastorno está correlacionado con perturbaciones en el registro de lo neurobiológico (lesiones o disfunciones encefálicas, modificaciones en la maduración y diferenciación del cerebro), no han podido documentarse áreas directamente vinculadas al síndrome descrito ni etiologías claramente diferenciadas. Sin embargo, de manera aproximada pueden estimarse redes neuronales cuyo adecuado funcionamiento es crítico en el proceso de adquisición normal de las facultades matemáticas.

-----  
-----



## BIBLIOGRAFÍA

American Psychiatric Association. 1995. DSM – IV. Masson: Barcelona.

Aster MG von. 1993. Developmental and acquired dyscalculias in children. En: F. J. Stachowiak et al. (Eds.), *Developments in the assesment and rehabilitation of brain – damaged patients*. Gunter Narr Verlag: Tübingen pp. 407 – 415.

Benton AR. 1987. Mathematical disability and the Gerstmann Syndrome. En: G. Ddeloche & X. Seron (Eds) *Mathematical Disabilities: A cognitive neuropsychological perspective*. Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale pp 111 – 120.

Besner D, Grimsell D & Davis R. 1979. The mind's eye and the comparative judgement of number. *Neuropsychologia* **17**: 373 – 380.

Boller F & Grafman J. 1983. Acalculia: Historical development and current significance. *Brain and Cognition* **2**: 205 – 223

Boles DB. 1986. Hemisferic differences in the judgment of number. *Neuropsychologia* **24**: 511 – 519.

Cibils D & Dansilio S. 1997. Representación cortical de las habilidades matemáticas. Aporte de la neurofisiología. *Neuropsychologia Latina* **3**: 64.

Dalmás JF & Dansilio S. 2000. Visuographemic Alexia: A new form of peripheral acquired dyslexia. *Brain and Language* **75**: 1 – 6.

Dansilio S. 1998. *Condiciones para la elaboración de una batería de números*. Presentación al III Congreso Argentino de Neuropsicología (SONEPSA): Buenos Aires.

Dansilio S & Chiappa M. 2000. Representación semántica del número y procesos de transcodificación en un caso de discalculia. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje – Neuropsychologia Latina* **8**: 49 – 64

Deloche G & Seron X. 1984. Some linguistic components of acalculia. En: F. C. Rose (Ed) *Progress in Aphasiology*. Raven Press: New York pp 215 – 222.

Dehaene S & Cohen L. 1995. Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition* **1**: 83 – 120



Feld V, Taussik I & Azaretto C. 2000. Diferencias socioculturales acerca de la adquisición del conocimiento numérico. El papel de la educación. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje – Neuropsychologia Latina* **8**: 33 – 47

Feld V. 1995. El cálculo y el tratamiento del número en el niño. Estandarización y comparaciones transculturales. *Neuropsychologia Latina* **1**: 33.

Fuson KC & Smith ST. 1995. Complexities in learning two – digit subtraction: A case study of tutored learning. *Mathematical Cognition* **1**: 165 – 213

Fuson K. 1998. Pedagogical, mathematical and real – world conceptual – support nets: A model for building children's multidigit domain knowledge. *Mathematical Cognition* **4**: 147 – 186

Gaillard F. 200. *Numerical. Test neurocognitif pour l'apprentissage du nombre et du calcul*. E.S.C.A.P.E. (European Standardized Computerized Assesment of Brain Damaged Patients, *Direction: G. Deloche*). Institut de Psychologie, Université de Lausanne: Laussane.

Ginsberg, H. 1977. *Children's arithmetic: The learning process*. D. Van Nostrand: New York.

Gross – Tsur, V.; Manor, O. & Shalev, R. S. 1996. Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology* **38**: 25 – 33

Hécaen H, Anguerlergues R & Houillier S. 1961. Les variétés cliniques des acalculies au cours des lésions rétrorolandiques: Approche statistique du problème. *Revue Neurologique (Paris)* **2**: 85 – 103

Kosc, L. 1974. *Citado por: C. Temple, 1992.*

Kinsbourne M & Warrington EK. 1963. The developmental Gerstmann syndrome. *Archives of Neurology* **8**: 490 – 501

McCloskey M, Caramazza A & Basili AG. 1985. Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition* **4**: 171 – 196.

PeBenito R, Fish CB & Fish ML. 1988. Developmental Gerstmann's syndrome. *Archives of Neurology* **45**: 977 – 982

Piaget J & Szeminska A. 1975. Génesis del número en el niño. Guadalupe: Buenos Aires.

Rourke, B. P. 1993. Arithmetic disabilities, specific and otherwise A neuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities* **4**: 214 – 226

Seron X, Deloche G & Noël M-P. 1992. Number transcribing by children: Writing arabic numbers under dictation. En: J. Bideau, C. Meljac & D. P. Fisher (Eds) *Pathways to number*. Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale pp 245 – 264

Temple C. 1991. Procedural dyscalculia and number fact dyscalculia: Double dissociation in developmental dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology* **8**: 155 – 176.

Temple C. 1992. *Developmental dyscalculia*. En: S. J. Segalowitz & I. Rapin (Eds) *Handbook of Neuropsychology*, Vol. 7. Elsevier: Amsterdam. Pp. 211 – 222

Temple C. 1994 (A). The cognitive neuropsychology of the developmental dyscalculias. *Current Psychology of Cognition* **13**: 351 – 370

Temple C. 1994 (B). Developmental dyscalculias: dissociations and parallels. *A.N.A.E. Supl.* **30**: 1 – 5

Temple C. 1997. *Developmental Cognitive Neuropsychology*. Psychology Press: Hove