

**EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN EN DISCALCULIA Y ACALCULIAS EN
EDAD INFANTIL**

Javier García-Orza
Universidad de Málaga

ÍNDICE

1. La discalculia del desarrollo. Concepto y características en 10 preguntas	3
2. Algunas cuestiones conceptuales	7
2.1. Las habilidades numéricas ¿de qué estamos hablando?.....	7
2.2. Las habilidades numéricas y su carácter componencial.....	8
2.3. El conteo, un ejemplo de cómo funciona nuestro sistema numérico.....	9
2.4. La discalculia: una perspectiva basada en la neurociencia cognitiva	10
3. La evaluación de la discalculia	10
3.1. Instrumentos para la evaluación de la discalculia y las dificultades en las matemáticas	11
3.1.1. . Tedi-Math	11
3.1.2. . TEMA-3	15
3.1.3. . BERDE.....	17
3.2. Evaluación complementaria de las dificultades matemáticas	19
3.2.1. . Evaluación cognitiva.....	19
3.2.2. . Evaluación del entorno	19
3.2.3. . Evaluación psicoemocional	19
4. La intervención en niños con discalculia	19
4.1. El programa de intervención. Características y naturaleza.....	21
4.2. Un apoyo para el desarrollo de las habilidades numéricas: enriqueciendo las interacciones con los niños.....	22
4.3. Programas para el aprendizaje de las matemáticas y la intervención en dificultades de las matemáticas.....	23
4.4. Programas informáticos para el aprendizaje de las matemáticas y/o la intervención en discalculia	24
4.4.1. . La carrera de los números	24
4.4.2. . Programas comerciales: <i>Smartick</i>	25
4.5. Programas para el desarrollo de las habilidades matemáticas en contextos más generales	25
5. Referencias	26

A lo largo del presente módulo vamos a conocer qué es la discalculia del desarrollo y cómo afecta a los niños que la sufren. De forma colateral haremos también referencia a acalculias adquiridas en el periodo infantil fruto de un proceso lesivo cerebral adquirido. Una vez conocida esta patología dedicaremos el grueso de nuestro tiempo a abordar la evaluación de la discalculia y cómo intervenir en éste área.

1. La discalculia del desarrollo. Concepto y características en 10 preguntas

¿Qué es la discalculia?

La discalculia del desarrollo es un trastorno específico del aprendizaje de origen neurobiológico que afecta a la adquisición del conocimiento sobre los números y el cálculo en el marco de un nivel intelectual normal y que no está causado por privación escolar o un mal método de aprendizaje (Butterworth, Varma, Laurillard, 2011; Geary, 2011).

¿Cómo se manifiesta?

La discalculia puede presentarse de forma muy heterogénea, muy diversa. Pero lo habitual es que el niño con discalculia experimente dificultad con los aspectos más básicos del procesamiento numérico y del cálculo. Así, puede costarles entender el sentido de los números y de las cantidades, es decir, cual es mayor o cual va primero. Pueden tener dificultades para escribir y leer números, sobre todo de 2 o más cifras. A menudo tienen dificultades para la realización de operaciones sencillas ($7+9$; 3×6 ; $12-3$), recurriendo con frecuencia a los dedos para solucionarlas. Los problemas para automatizar las tablas de multiplicar suele ser uno de los rasgos más clásicos y resistente al tratamiento de la discalculia. En la vida diaria estas dificultades se traducen en que suelen tener dificultades para leer la hora en un reloj, calcular “las vueltas” al hacer la compra o decidir cómo repartir equitativamente una tarta. Según estudios a gran escala realizados en Reino Unido, el impacto de las dificultades matemáticas en el futuro laboral de las personas es mayor, incluso, que el de las dificultades lectoras (*National Center for Education Statistics, 2011*).

¿Son más (o menos) inteligentes los niños con discalculia que los demás?

Los niños con discalculia, por definición, no deben mostrar dificultades intelectuales. Si un niño tiene un déficit intelectual evaluado fiablemente con algún test lo normal será que muestra también dificultades con lo numérico (y con otras áreas). Sin embargo,

puesto que es difícil saber si las dificultades para el aprendizaje de las matemáticas están provocadas por el problema intelectual (o no), y que el problema intelectual es mucho más serio que tener dificultades con lo numérico, en general, en estos casos no debe contemplarse un diagnóstico de discalculia.

Por otra parte, suele aparecer a veces en prensa o en webs no bien informadas, la idea de que los niños con discalculia son siempre altamente inteligentes en otras áreas. Tal afirmación no es cierta, no parece que entre los niños con discalculia haya, en proporción, más individuos con altos niveles intelectuales que en el resto de la población.

¿Tienen problemas en otras áreas o habilidades básicas los niños con discalculia?

Los niños con discalculia en principio pueden tener un rendimiento inferior, normal o superior en otras áreas del conocimiento o en otras habilidades básicas como la lectura. Los datos señalan que alrededor de la mitad de los niños que sufren discalculia únicamente muestran dificultades en el área numérica. Esto quiere decir que se puede tener exclusivamente discalculia, pero también supone que buena parte de los pacientes con discalculia presentan alteraciones asociadas. Los problemas con los que se presenta de forma conjunta la discalculia más frecuentemente son los déficits de atención (14-30%) y la dislexia (17-64%), pero puede aparecer con alteraciones como los trastornos del lenguaje, los déficits del desarrollo motor o problemas emocionales (ansiedad). En conclusión, es moderadamente frecuente que el problema de discalculia vaya acompañado de otras dificultades cognitivas.

¿Sufren discalculia todos los que tienen problemas en matemáticas?

No, tener dificultades con las matemáticas puede deberse a muchas otras razones. Hay muchos factores que afectan al rendimiento matemático, así, se sabe que la privación escolar, tener un status socioeconómico bajo, el género (las chicas suelen puntuar algo más bajo), la falta de motivación o excesiva ansiedad a las matemáticas está relacionado con puntuaciones más bajas en matemáticas. Además, como hemos señalado arriba, existen otras patologías en las que el rendimiento en matemáticas, junto al de muchas otras tareas, se ve perjudicado: problemas de atención, dificultades fonológicas, trastorno específico del lenguaje, deficiencia mental, etc. En estos casos puede hablarse de una discalculia secundaria, porque no existe en sí, un problema específico en lo numérico, sino que estas se deben a la existencia de otro problema. En conclusión, solo

una parte de los que tienen dificultades con la numerosidad y las matemáticas puede decirse que sufren discalculia.

¿Existen tipos de discalculia?

Esta es una pregunta de difícil respuesta, pues aunque parece que podríamos identificar tipologías: niños con problemas en las multiplicaciones pero capaces en otras tareas como las de comparación o en la escritura de números; niños con problemas en el propio concepto de cantidad y en todo lo numérico incluido el cálculo...la verdad es que cada niño y cada discalculia suele ser diferente. Posiblemente se pueda hablar de una discalculia más verbal, otra más viso-espacial y una mixta, pero debemos esperar a los próximos años para confirmar esto, y no debemos olvidar que organizar las patologías en tipos no es excesivamente útil. Lo importante es realizar una evaluación precisa y ofrecer un tratamiento individualizado al niño que tenemos delante.

¿Qué falla en el cerebro de los discalcúlicos?

A nivel cerebral se asume que la discalculia parece estar causada por una disfunción de áreas parietales. En concreto en zonas del surco intraparietal lugar en el que se procesan las cantidades numéricas y que también parece implicado en tareas de tipo espacial. Otra área parietal que también parece implicada en tareas numéricas, como la verbalización de los números y el uso de operaciones aritméticas, es el giro angular (área implicada también en el lenguaje). Finalmente, asociado al procesamiento visual de números arábigos, al procesamiento de la paridad numérica y a la realización de tareas de cálculo multi-dígito, se encuentran regiones inferiores occipito-temporales pertenecientes a la vía ventral visual (Dehaene, Piazza, Pinel y Cohen, 2003). Diversos estudios con técnicas de neuroimagen han mostrado menor materia gris en zonas parietales del hemisferio izquierdo (Isaacs, Edmonds, Chong, Lucas y Gadian, 2001), menor cantidad de materia gris en el surco intraparietal, en el cíngulo anterior, la circunvolución frontal inferior derecha y en la circunvolución frontal media de ambos hemisferios (Rotzer, Kucian, Martin, von Aster, Klaver y Loenneker, 2008). El análisis de la sustancia blanca indica menor volumen del lóbulo frontal izquierdo y de la circunvolución parahipocámpica derecha. Los estudios funcionales indican la existencia de diferencias en el patrón de activación de niños sanos y con discalculia en el lóbulo frontal y las regiones parahipocámpicas en una tarea en la que los niños debían seleccionar la respuestas más próxima a una suma simple (Kucian, Loenneker, Dietrich,

Dosch, Martin y von Aster, 2006). En una tarea similar de cálculo aproximado, Ansari (2008) encontró principalmente diferencias en la activación del surco intraparietal.

En definitiva, cuando hablamos de la discalculia y decimos que tiene un origen neurobiológico nos apoyamos en estos datos que muestran una correlación entre las dificultades de los sujetos con discalculia en la realización de tareas matemáticas y las anomalías estructurales y funcionales que se observan en sus cerebros.

¿Se hereda la discalculia? ¿Si yo tengo discalculia la tendrán también mis hijos?

De acuerdo con los estudios, si cogemos un grupo de personas con discalculia y evaluamos si sus padres y hermanos la sufren también, encontraremos que es muy probable que lo sean. Así en un estudio, Shalev, Manor, Kerem, Ayali, Badichi, Friedlander, et al. (2001) encontraron que en los familiares de los niños evaluados había una alta proporción de discalculia. Así, el 66% por ciento de las madres, el 40% de los padres y el 53% de los hermanos tenían también discalculia. En una revisión de los estudios llevados a cabo con gemelos monocigóticos (igual carga genética) y dicigóticos (comparten el 50% de la carga genética) se observó que la probabilidad de que un gemelo esté afectado de discalculia si lo está el otro es del 70%, en el caso de los gemelos monocigóticos y del 50% en el de los dicigóticos (Oliver et al., 2004). Por tanto, aunque no es determinante, las probabilidades de que siendo discalcúlico tengas un hijo discalcúlico (seas padre o madre) son algo mayores (aproximadamente diez veces más) que en el caso de población sin discalculia. Señalado todo esto, que la discalculia tenga un componente genético no implica que sea inmune a la intervención, aunque resistente, las dificultades que impone la discalculia pueden ser reducidas con programas adecuados. En el epígrafe 4, ofreceremos pautas para la intervención en discalculia.

¿Se cura la discalculia?

No, pero pueden lograrse mejoras importantes si se interviene adecuadamente (e.g., Dowker, 2009) de manera que el impacto para la vida diaria se reduzca grandemente. Por definición las alteraciones del proceso de aprendizaje y del desarrollo son bastante resistentes al tratamiento, de forma que si alguien con poco esfuerzo y algo de apoyo supera sus problemas con las matemáticas, entonces se asume que no era una discalculia sino otro tipo de factor el responsable de sus dificultades. Pongamos un ejemplo, el niño con discalculia que tiene dificultades con las tablas de multiplicar, puede haber

dedicado el mismo tiempo a estudiar las tablas que los demás, sin embargo, no las aprende y comete frecuentes errores. Dedicar más tiempo no garantiza su aprendizaje, suele ser necesario además el uso de métodos diferentes para acabar aprendiéndolas. En cualquier caso, hay que ser optimista, porque a veces las dificultades se encuentran en ciertas áreas y no son generalizadas. Un ejemplo, la operatividad puede estar afectada pero no otras áreas, en este caso, permitir el uso de la calculadora puede ser beneficioso, pues es la operatividad lo único que se interpone entre el éxito en la resolución de un problema y el fracaso.

¿Qué es la acalculia infantil y en qué se distingue de la discalculia?

Muchos autores han usado el término acalculia y discalculia como sinónimos, pero otros lo han usado para realizar una distinción entre un trastorno del desarrollo, discalculia, en la que el individuo no ha sufrido ningún daño evidente en el cerebro y muestra dificultades congénitas con las matemáticas, y un trastorno adquirido fruto de una lesión neurológica sobrevenida que suele provocar que algunos aspectos de lo que se dominaba a nivel numérico, ahora no se dominan, e incluso, que algunos que todavía no se habían adquirido no puedan aprenderse. En el caso de la acalculia, se asume que las dificultades pueden ser más específicas, es decir, que se alteren determinadas capacidades, la habilidad para realizar restas, pero no otras, como la habilidad para multiplicar.

2. Algunas cuestiones conceptuales

Antes de abordar la evaluación y la intervención de la discalculia y una vez conocida qué es esta alteración y cómo se manifiesta, es necesario clarificar algunos aspectos conceptuales sobre lo numérico y sobre cómo entiende la psicología que se organiza este conocimiento y su procesamiento.

2.1. Las habilidades numéricas ¿de qué estamos hablando?

Cuando usamos el término “numérico” de forma genérica en este texto, debemos ser conscientes de que lo numérico puede presentarse de muy diversas formas, y no solo en formato arábigo (por ejemplo, 3) o verbal (tres). Así, lo numérico implica también la comparación de dos filas de personas, la estimación de si todo el líquido de una botella cabrá en una determinada jarra, cómo reparto caramelos entre los que me rodean, la cantidad de agua que debo echar o la estimación de si es un precio justo el que me piden

por una chaqueta. Los números pueden hacer referencia a orden (primero, segundo, tercero) o a cantidades (uno, dos, tres...), pero también pueden servir como etiqueta, caso de las matrículas o los números de teléfono. No debe olvidárenos el componente numérico que tiene la geometría, ni las operaciones aritméticas que podemos hacer con los números. Si reflexionamos nuestro entorno demanda ciertas habilidades numéricas de forma constante y, habitualmente, respondemos de forma satisfactoria a esta demanda sin excesivas dificultades.

2.2. Las habilidades numéricas y su carácter componencial

Es fundamental tener en cuenta que la habilidad para el procesamiento de lo numérico no es una habilidad individual, sino que es fruto del trabajo coordinado y complejo de diferentes componentes cognitivos, los cuales además varían en función de la tarea implicada. Pongamos un ejemplo para explicar esto. La resolución de una resta como $4-2$ implica múltiples habilidades: conocer los números arábigos; tener acceso a las cantidades que los representan; entender que el signo $-$ implica la operación de sustraer, quitar, en este caso, dos elementos del primer dígito; realizar la resta (lo cual se puede hacer siguiendo distintas estrategias, como contar desde el dos hasta el cuatro o poner cuatro dedos y “bajar” dos); y finalmente ser capaz de escribir el resultado correspondiente. Además durante este proceso ha sido necesario dedicar recursos atencionales a la tarea que se propone, evitando interferencias, y manteniendo en nuestra memoria operativa el objetivo y los materiales que deben usarse.

Desde esta perspectiva, algunos modelos adultos consideran la existencia de tres códigos o formatos de representación de lo numérico, así el modelo de triple código de Dehaene (1992; 2011; Dehaene, Piazza, Pinel y Cohen, 2003) asume que hay tres categorías distintas de representación mental en las que los números pueden ser manipulados por el sistema cognitivo. Una sería la forma visual del número arábigo, la cual estaría formada por un dígito o por una cadena de dígitos. Otra sería la forma verbal, la cual estaría formada por una secuencia de palabras organizadas sintácticamente, y podría estar relacionada con el cálculo de operaciones aritméticas simples (especialmente sumas y multiplicaciones simples). Ni la forma visual ni la verbal contendrían información semántica, es decir, información sobre el significado de la cantidad; ésta sólo estaría en la representación analógica de magnitud, que contendría la información que nos permite, por ejemplo, hacer estimaciones, comparaciones entre dos números o restar. Precisamente, algunos estudios sugieren que la representación que

construiríamos en este nivel analógico de magnitud tendría la forma de una línea mental en la que los números se representarían de izquierda a derecha. De acuerdo con este modelo, la realización de tareas numéricas implicaría habitualmente el empleo de uno o varios de estos sistemas. Aunque el modelo que estos autores proponen es un modelo para adultos, el de los niños no diferiría en demasía. Pero hay matices que es necesario señalar. Sobre la base de un sistema innato de aprensión de cantidades construiríamos el sistema analógico de magnitud. A partir de éste y su combinación con el lenguaje desarrollaríamos el componente numérico-verbal y a partir del sistema analógico y su asociación con el formato arábigo, el código visual. En consecuencia, estos aspectos son los que deben evaluarse cuando se trata de identificar cuáles son las habilidades numéricas básicas.

2.3. El conteo, un ejemplo de cómo funciona nuestro sistema numérico

Inicialmente la relación que existe entre las palabras numéricas (e.g., siete) y su significado –la cantidad- es totalmente arbitraria. Entender cómo pasamos de una representación carente de significado a una asociación entre la palabra y la cantidad es fundamental en la evaluación e intervención en las dificultades matemáticas. De acuerdo con diferentes modelos e investigaciones (ver Macizo, Colomé, García-Orza y Herrera, 2016, para una revisión), en la mayoría de los niños se produce un aprendizaje de la secuencia de números mucho antes de saber que hacen referencia a cantidades exactas. Inicialmente sólo pueden emplear la cadena empezando por el principio, es decir, por el uno. Más tarde los números irán adquiriendo una identidad, de manera que será posible empezar a contar desde diversos puntos de la secuencia (alrededor de los 4 años). No será hasta más tarde que el niño adquiera la destreza suficiente para poder contar hacia adelante y hacia atrás, este dominio de la secuencia le facilitará posteriormente el uso de la secuencia en el cálculo (Fuson, 1988, 1992). Sin embargo, es evidente que contar no implica solamente recitar la cadena de números como si de una oración o poema se tratase. Para llevar a cabo un conteo correcto es necesario, por un lado, que el niño establezca una correspondencia uno-a-uno entre los elementos que se cuentan y las palabras en la secuencia. Por otro lado, el niño debe comprender que la posición de un número dentro de la secuencia se relaciona directamente con su significado, de modo que la cardinalidad de un conjunto corresponderá al número de elementos que van desde el inicio de la lista hasta el último número empleado. A finales de los años 70 Gelman y Gallistel (1978) propusieron que los niños dispondrían de un conjunto de principios innatos que definirían qué es una secuencia aceptable de conteo y

guiarían su proceso de aprendizaje. Los principios fundamentales serían: a) la correspondencia uno-a-uno entre los números y los elementos a contar; b) la cardinalidad, es decir, el hecho de que el último número empleado indique la numerosidad de todo el conjunto contado; c) el orden estable con que deben emplearse las etiquetas numéricas para que mantengan su significado; d) el hecho que los números pueden usarse para determinar la cantidad de cualquier cosa; e) un último aspecto, menos crucial, tendría que ver con la irrelevancia del orden en que se cuentan los elementos. Desde su propuesta inicial, numerosos estudios han confirmado la importancia de estos principios para un correcto conteo.

2.4. La discalculia: una perspectiva basada en la neurociencia cognitiva

Existen en la actualidad distintas explicaciones causales de lo que ocurre en la mente del sujeto con discalculia: a) aquellas que consideran que la discalculia es fruto de la existencia de déficits en uno o varios procesos cognitivos generales (i.e.: atención, memoria, aprendizaje de secuencias...ver Geary, 2004); b) aquellas que defienden la existencia de déficits específicos en el procesamiento numérico (i.e.: déficit en las representaciones numéricas, déficits en el acceso a las representaciones simbólicas...ver Butterworth, 2005); y las que consideran que la discalculia es fruto de un déficit en habilidades matemáticas específicas (representaciones verbales numéricas, representaciones numéricas viso-espaciales, etc. Wilson y Dehaene, 2007; Kaufmann et al., 2013). Aunque la discusión dista de estar cerrada, los estudios de neuroimagen, pero también los comportamentales, parecen apoyar la idea de un déficit en la representación (o en su acceso) de cantidad, o la existencia de déficits específicos en el procesamiento numérico. Incluso entre estas dos, parece que la heterogeneidad de los discalcúlicos y la muy probable existencia de tipologías dentro de esta patología apoyarían esta última hipótesis. En esta misma línea, parece difícil que un mero déficit en la representación de cantidad sea capaz de provocar tanta variabilidad.

3. La evaluación de la discalculia

El proceso de evaluación es una actividad compleja y debe estar dirigida por objetivos. Cuando evaluamos podemos hacerlo con una finalidad puramente investigadora, con un fin clasificatorio (diagnóstico) o con un fin terapéutico o de intervención. En función de nuestras intenciones la naturaleza del proceso de evaluación deberá modificarse para incluir (o excluir) la evaluación de factores como el entorno (escolar y/o familiar), los

procesos y recursos utilizados previamente para el aprendizaje (fallido) de ciertas habilidades, los prerrequisitos para esas tareas, etc. Además cuando evaluamos podemos hacerlo desde una o varias perspectivas. Por ejemplo, neuropsicológica, cognitiva, educativa, clínica. En este módulo vamos a centrarnos en la evaluación de las habilidades numéricas básicas de los sujetos desde una perspectiva neurocognitiva, pero sin olvidar el marco que juega el sistema educativo y la familia en el desarrollo de las habilidades numéricas. Nuestra evaluación, aunque lo tenga en cuenta, no es una evaluación curricular, es decir, no trata de saber qué sabe el niño de lo que se explica en clase en su curso, ni qué nivel escolar corresponde con sus habilidades. Nuestro objetivo será identificar dificultades en el aprendizaje de las habilidades matemáticas básicas, el porqué de su existencia y cómo influyen en el aprendizaje y rendimiento del niño, para desarrollar un programa de intervención que nos permita mejorar las mismas. Es decir, la evaluación creemos que debe servir: a) para la comprensión de las dificultades que muestra el niño y, b) como guía para el desarrollo de un programa de intervención.

3.1. Instrumentos para la evaluación de la discalculia y las dificultades en las matemáticas

En las preguntas con las que hemos iniciado este módulo hemos señalado que no todo el que tiene mal rendimiento en matemáticas tiene discalculia y esto se debe a que los motivos para tener un rendimiento negativo en matemáticas en la escuela pueden ser muy diversos. Pues bien, los materiales que vamos a describir a continuación pueden/deben servirnos para identificar tanto a los que sufren discalculia como a los que sufren dificultades matemáticas por otras razones. Una vez identificados, una evaluación complementaria del resto de sus habilidades cognitivas y una buena historia clínica en la que se analicen las variables contextuales y variables emocionales, será lo que nos permitirá discernir el problema concreto al que nos enfrentamos.

De acuerdo con una visión cognitiva la evaluación de las dificultades en matemáticas (en general) debe incorporar al menos la evaluación de:

- La capacidad del niño para el *subitizing* (conocer con un vistazo cuantos ítems hay cuando se presentan no más de 4 ó 5 ítems).
- La capacidad para estimar cuando se presentan múltiples objetos (más de 10)
- La capacidad para comparar cantidades presentadas en diferentes formatos (puntos, arábigos, palitos)

- La habilidad del niño para representarse espacialmente las cantidades (por ejemplo, en forma de línea mental).
- El conteo y la realización de series numéricas
- La habilidad para realizar tareas numéricas usando diferentes notaciones.
- El conocimiento de los operaciones aritméticas básicas en su formato más simple (un dígito en cada operando).

Si no se dispone de un test que incluya al menos estas áreas, entonces deben usarse varios tests (Desoete, Roeyers, y DeClercq, 2004; Mazzocco y Myers, 2003).

Una cuestión a tener en cuenta cuando se evalúa la discalculia es, como hemos señalado anteriormente, la heterogeneidad de los individuos que la sufren. La consecuencia de esto es que pueden obtener puntuaciones normales en muchas pruebas de un test y tener grandes problemas para realizar otras (Kauffman et al., 2013). Si el test que empleamos nos da una puntuación global, este tipo de problemas pasarán desapercibidos. De ahí la importancia de que los tests nos proporcionen puntuaciones por áreas o por tareas, o que incluyan un análisis cualitativo de los errores o las estrategias que usa el niño. Si bien esto complica el proceso de evaluación, hacen que esta sea más fiable. Proporcionar una puntuación única cuando hablamos de habilidades multicomponenciales nos llevará a error con frecuencia.

De acuerdo con el modelo expuesto en el epígrafe 2.2., tras la aplicación de las pruebas pertinentes (ver más abajo) la evaluación debería permitirnos identificar si existen problemas en: la representación de cantidad (más-menos, pocos-muchos, línea mental, comparaciones, razonamiento numérico) tanto con estímulos simbólicos (arábigos, palabras) como no-simbólicos (puntos); en el dominio del sistema arábigo (comprensión del valor de la posición y su trascodificación al lenguaje oral); en la operatividad básica y en el uso de procedimientos aritméticos simples (sumas y restas con llevadas).

Existen en el mercado algunos test para la evaluación de las dificultades en las matemáticas de uso relativamente extendido. A continuación, y sin ánimo de ser exhaustivos, describimos brevemente algunos de los más usados en la literatura y en la clínica, y presentamos también uno desarrollado por el autor de esta propuesta y algunos colaboradores.

3.1.1. Tedi-Math (Grégoire, Noël, y Van Nieuwenhoven, 2015, 2ª ed. española)

El Tedi-Math (ver tabla 1) es un test desarrollado desde una perspectiva cognitiva y que pretende evaluar a niños que tienen dificultades en las habilidades matemáticas básicas. No evalúa, por tanto, el nivel académico sino si el sujeto domina habilidades numéricas básicas sobre las que se construirá el aprendizaje escolar.

Partiendo de cómo entiende Piaget el desarrollo y la adquisición de las habilidades y usando un modelo propio de la neuropsicología cognitiva adulta como el defendido por McCloskey (1992), el test mide un gran número de habilidades numéricas que se agrupan en seis áreas (ver tabla 2): conteo, numeración, comprensión del sistema numérico, operaciones lógicas, operaciones aritméticas y tareas de estimación de cantidades físicas (por ejemplo, puntos).

Emplea materiales manipulables atractivos para los niños lo cual suele facilitar la motivación de los niños durante la evaluación.

Tedi-Math, Test para el Diagnóstico de las Competencias Básicas en Matemáticas	
Aplicación	Individual
Ámbito de Aplicación	De 4 a 8 años
Duración	Aproximadamente una hora
Finalidad	Evaluación de las destrezas matemáticas básicas del niño
Baremación:	Porcentajes acumulados para cada grupo escolar de 2.º EI a 3.º EP en porcentajes
Materiales	Manual, cuadernos de estímulos A, B y C, láminas, tarjetas, fichas redondas de madera, bastoncitos de madera, pantalla de cartón

Tabla 1. Características del Tedi-Math (Grégoire et al., 2015).

Figura 1. Tareas en el Tedi-Math (Grégoire et al., 2015).

Test	Pruebas	Subpruebas
1. Contar	1.A. Contar hasta el número más alto posible 1.B. Contar con un límite superior 1.C. Contar con un límite inferior 1.D. Contar con límites inferior y superior 1.E. Contar n números a partir de un límite 1.F. Contar hacia atrás 1.G. Contar a saltos	
2. Numerar	2.A. Numerar conjuntos lineales 2.B. Numerar conjuntos aleatorios 2.C. Abstracción de los objetos contados 2.D. Números cardinales	2.A.1. Conjunto de conejos 2.A.2. Conjunto de leones 2.B.1. Conjunto de tortugas 2.B.2. Conjunto de tiburones 2.D.1. Construcción de dos conjuntos equivalentes 2.D.2. Utilización funcional de la numeración
3. Comprensión del sistema Numérico	3.A. Sistema numérico arábigo 3.B. Sistema numérico oral 3.C. Sistema en base 10 3.D. Codificación	3.A.1. Decisión numérica escrita 3.A.2. Comparación de números arábigos 3.B.1. Decisión numérica oral 3.B.2. Juicio gramatical 3.B.3. Comparación de números orales 3.C.1. Representación con palitos 3.C.2. Representación con monedas 3.C.3. Reconocimiento de unidades, decenas y centenas 3.D.1. Escritura al dictado de número arábigos 3.D.2. Lectura de número arábigos en voz alta
4. Operaciones Lógicas	4.A. Series numéricas 4.B. Clasificación numérica 4.C. Conservación numérica	4.A.1. Series de árboles 4.A.2. Series de cifras Arábigas 4.C.1. Fichas alineadas 4.C.2. Fichas en montones

	4.D. Inclusión numérica 4.E. Descomposición aditiva	
5. Operaciones	5.A. Operaciones con apoyo de imágenes 5.B. Operaciones con enunciado aritmético 5.C. Operaciones con enunciado verbal 5.D. Conocimientos conceptuales	5.B.1. Sumas simples 5.B.2. Sumas con huecos 5.B.3. Restas simples 5.B.4. Restas con huecos 5.B.5. Multiplicaciones simples
6. Estimación del tamaño	6.A. Comparación de modelos de puntos dispersos 6.B. Tamaño relativo	

Puntos fuertes: tiene un modelo teórico de referencia sólido. Realiza una evaluación muy completa de las habilidades matemáticas. Tiene un extenso baremo. Usa materiales atractivos bien adaptados a la edad de los niños.

Debilidades: el test es excesivamente largo y laborioso. La aplicación y corrección es moderadamente complicada y consume tiempo. El rango de edad 4 a 8 años, es escaso.

3.1.2. TEMA-3 (*Test of Early Mathematical Ability*, Gingsburg y Baroody, 2007)

El TEMA-3 tiene como objetivo evaluar diferentes habilidades numéricas básicas. Distingue entre matemáticas informales (hace referencia al pensamiento matemático informal que se desarrolla en las experiencias cotidianas de los niños con los números y las cantidades) y formales (aquellas en las que media la instrucción y que se produce habitualmente en el marco académico).

El test incluye tareas relacionadas con las habilidades básicas como el conteo, la comparación de números, la lectura de los números y los signos, el dominio de las operaciones aritméticas básicas, las habilidades de cálculo y la comprensión de conceptos. Para ello se presentan en orden de dificultad creciente hasta 72 ítems (existe un criterio de inicio y uno de fin) en los que se van intercalando la evaluación de las diferentes habilidades arriba señaladas. Así hay 41 ítems en los que se evalúa el pensamiento matemático informal a través de: a) tareas de numeración y conteo, b) comparación de cantidades, c) cálculo informal con objetos y cálculo mental, y d) conceptos básicos numéricos como la cardinalidad, la constancia numérica y el reparto de objetos. El pensamiento matemático formal se evalúa a partir de 31 ítems

organizados en cuatro áreas: a) lectura y escritura de cantidades, b) dominio de la operatividad simple; c) cálculo formal más complejo; y d) conceptos básicos relacionados con el sistema numérico arábigo como el valor posicional y las equivalencias entre magnitudes.

TEMA-3, Test de Competencia Matemática Básica-3	
Aplicación	Individual
Ámbito de	De 3 a 8 años y 11 meses
Aplicación	
Duración	Variable, entre 30 y 45 minutos
Finalidad	Evaluación de las destrezas matemáticas básicas del niño
Baremación:	Puntuación directa, edad y curso equivalentes, índice de competencia matemática (ICM), percentil, perfil de ejecución
Materiales	Manual, cuadernos de estímulos, fichas manipulables

Tabla 2. Características del TEMA-3 (Ginsburg y Baroody, 2007).

Dado que el test se ha desarrollado con una clara intención clínica, el manual del test, además de la información necesaria para la evaluación, incorpora también orientaciones para la intervención (e incluso tareas) en cada una de las áreas señaladas.

Figura 2. Tareas en el TEMA-3 (Ginsburg y Baroody, 2007).

Test	Items
Informales	<ul style="list-style-type: none"> - Numeración y conteo - comparación de cantidades - cálculo informal con objetos y cálculo mental - conceptos básicos numéricos básicos: cardinalidad, constancia numérica, reparto de objetos
Formales	<ul style="list-style-type: none"> - Lectura y escritura de cantidades - Operatividad simple - Cálculo - Conceptos básicos: valor posicional, equivalencias entre magnitudes.

Puntos fuertes: El test es sencillo y rápido de administrar, de corregir y de puntuar. Tiene un modelo teórico de referencia sólido. Tiene un extenso baremo.

Debilidades: El cálculo de puntuaciones en los subtests (importante muchas veces para un adecuado diagnóstico) requiere el análisis de cada ítem lo que es muy laborioso y precisa de bastante tiempo. Es poco amigable para niños pequeños.

3.1.3. BERDE (Batería para la Evaluación Rápida de la Discalculia Evolutiva. (García-Orza, Contreras-Cuevas, Matas-Terrón, & Estudillo-Hidalgo, 2014))

Esta batería tiene como objetivo la detección de las dificultades del aprendizaje matemático en escolares de educación primaria mediante el empleo de tareas numéricas básicas. El objetivo de la prueba, que puede aplicarse de forma individual o colectiva, es realizar un cribado rápido de la población con la pretensión de identificar aquellos sujetos que sufren o se encuentran en riesgo de sufrir dificultades para el aprendizaje de las matemáticas. En la persecución de este objetivo la batería incorpora los presupuestos teóricos proporcionados por la investigación en neurociencia cognitiva, como el modelo de triple-código propuesto por Dehaene y colaboradores (Dehaene, 1992, Dehaene et al., 2003) según el cual, tenemos tres tipos de representaciones implicadas en las tareas numéricas (ver epígrafe 2.2.).

BERDE, Batería para la Evaluación Rápida de la Discalculia Evolutiva	
Aplicación	Individual o colectiva
Ámbito de	
Aplicación	De 5 a 12 años (educación primaria)
Duración	Variable, entre 20 y 35 minutos
Finalidad	Evaluación de las destrezas matemáticas básicas del niño y la ansiedad
Baremación:	Por edad y sexo, a partir de puntos de corte.
Materiales	Manual y hoja de registro

Tabla 3. Características de la Batería BERDE (García-Orza et al., 2014).

El test combina pruebas de fluidez, en las que el niño debe realizar todos los ítems que pueda en un determinado tiempo (1 ó 2 minutos), con tareas en las que el sujeto debe

recitar/escribir secuencias numéricas sencillas, colocar números en una línea mental o escribir números al dictado. Mediante estas tareas se evalúan las tres dimensiones establecidas por Dehaene (1992) en su modelo: a) la representación analógica de magnitud mediante tareas de comparación de puntos, colocación de números en una línea mental, restas simples y comparación de arábigos; b) la representación verbal-numérica a través de tareas de resolución de sumas y multiplicaciones simples y el completamiento de secuencias; y c) el código visual-arábigo mediante la prueba de dictado numérico. Los autores reconocen que la asignación de las tareas a los tipos de representación debe ser flexible pues depende de varios factores como el grado de destreza de los niños (las sumas y las multiplicaciones mientras no están automatizadas emplearían más la representación de magnitud), existiendo también tareas en las que se combinan varios códigos. La prueba finaliza con un cuestionario sobre ansiedad generalizada, ansiedad ante la lectura y una adaptación española de la escala de ansiedad a las matemáticas (AMAS) de (Hopko, Mahadevan, Bare y Hunt, 2003).

Figura 3. Tareas en la BERDE (García-Orza et al., 2014).

Test	Ítems
Representación de Cantidad	<ul style="list-style-type: none"> - Comparación de puntos - Comparación de puntos igualados en superficie - Comparación de arábigos - Línea mental - Restas simples
Verbales-numéricas	<ul style="list-style-type: none"> - completamiento de secuencias - Sumas simples - Multiplicaciones Simples (a partir de 2º)
Visual-arábigo	<ul style="list-style-type: none"> - Dictado de arábigos

Puntos fuertes: El test es sencillo y rápido de administrar. Puede aplicarse de forma colectiva en el aula. Tiene un modelo teórico de referencia sólido. Abarca un amplio rango de edades (5 a 12 años).

Debilidades: Está todavía en desarrollo. Los baremos proceden de un único centro educativo aunque con alumnos de status socioeconómico variado. Puesto que es una

prueba de detección rápida, es conveniente, en caso de encontrar un niño con dificultades, se complemente con algún test más completo como Tedi-Math o TEMA-3.

3.2. Evaluación complementaria de las dificultades matemáticas

Una vez realizada la evaluación de las habilidades matemáticas será necesario, tanto para el establecimiento de un determinado diagnóstico como para el desarrollo de un programa de intervención, atender a variables ajenas, en principio, a la competencia matemática del niño. Nos referimos a cuál es el estado de sus habilidades de lectoescritura y de sus procesos cognitivos, a cuál es el papel que el entorno escolar y familiar juega o puede jugar en el mantenimiento o superación de las dificultades matemáticas, qué impacto para la autoestima y las emociones del paciente tienen las dificultades identificadas o incluso qué papel tienen éstas en sus resultados. Esta tarea es fundamental para conocer si el déficit en las habilidades matemáticas es de origen primario (hay discalculia) o si está relacionado con un déficit en otros niveles (los problemas, por ejemplo, de atención o de autoestima pueden hacer que el rendimiento en matemáticas sea inferior).

3.2.1. Evaluación cognitiva

Es necesario evaluar o conocer el estado de ciertos procesos, como la percepción auditiva y visual, la memoria operativa o la atención, y habilidades como la lectura. A veces será suficiente con la historia clínica o con ver al niño en la entrevista para descartar problemas de este tipo, pero en muchas ocasiones deberemos evaluar aspectos de su memoria o de su atención.

3.2.2. Evaluación del entorno

A la hora de realizar la historia clínica debe indagarse cómo es el entorno del niño: si fomenta el aprendizaje de lo académico, si proporciona oportunidades para el aprendizaje ocasional de lo numérico, etc. Igualmente debe hacerse con el entorno escolar y su relación con sus profesores.

3.2.3. Evaluación psico-emocional

El papel de la autoestima es fundamental para que el niño afronte tareas difíciles con confianza y sin reparos. Por otro lado, es importante analizar si existen niveles excesivos de ansiedad, tanto como rasgo de personalidad como ante situaciones concretas como los exámenes o las clases de matemáticas. La ansiedad a las matemáticas es un constructo que ha sido investigado desde hace muchos años

(Ashcraft, 2002) y que muestra que las matemáticas generan mayores niveles de ansiedad que otras asignaturas, y que en algunos casos, estos son tan altos que niños sin especiales problemas en matemáticas se bloquean no siendo capaces de aprovechar su potencial. Será importante también analizar la motivación del niño hacia lo escolar y hacia las matemáticas en particular.

4. La intervención en niños con discalculia

En el epígrafe introductorio se ha señalado que la discalculia es un trastorno neurológico de origen genético que afecta al desarrollo de las habilidades matemáticas, pues bien, que sea neurológico y de origen genético no implica que no se puedan mejorar tales habilidades. La plasticidad cerebral, más presente en niños, y el mecanismo de funcionamiento de los genes, cuya expresión es modificable por la experiencia, son una esperanza y un apoyo para promover un aumento de las capacidades matemáticas de estos niños. La investigación demuestra que programas de intervención bien diseñados son capaces de reducir las dificultades de niños con bajo estatus socioeconómico (e.g., Wilson, Dehaene, Dubois y Fayol, 2009) y también en sujetos con discalculia (e.g., Wilson, Revkin, Cohen, Cohen y Dehaene, 2006). Sin embargo, no vale cualquier tipo de intervención, la intervención con el fin de aumentar las habilidades matemáticas de los escolares debe seguir un proceso estructurado y organizado que derive de nuestros conocimientos teóricos sobre el proceso de aprendizaje, y sobre la cognición numérica y se complemente con la información obtenida en el proceso de evaluación.

4.1. El programa de intervención. Características y naturaleza

De lo señalado más arriba se desprende que un programa de intervención adecuado debe tener al menos las siguientes características:

- **Sistémico:** tendrá su centro en el niño, pero debe contemplar cuál debe ser el apoyo que debe prestar la familia y la escuela y las modificaciones necesarias en estos ámbitos
- **Personalizado:** debe adaptarse al niño y a la naturaleza de su problema
- **Definir objetivos concretos de adquisición y/o mejora, y hacerlo de forma realista**
- **Sistemático:** debe ser gradual, organizado y emplear diferentes tareas con múltiples ensayos con el objetivo de mejorar habilidades específicas

- Ofrecer *feed-back* inmediato
- Motivador: debe ofrecer materiales atractivos, sesiones dinámicas, recompensas
- Evaluar el progreso y los resultados
- Abierto: modificable en función de los imprevistos (en forma de dificultades o avances no esperados) que se produzcan durante la intervención

Si bien estos son unos principios que pueden servir para el diseño de cualquier intervención en problemas de aprendizaje, en el caso de la discalculia, añadiríamos también lo siguiente:

- El aprendizaje debe basarse en la comprensión de los conceptos y las ideas
- Debe irse de lo concreto a lo abstracto
- Debe apoyarse en las representaciones visuales de las cantidades o de las relaciones entre las cantidades. Se ha observado que la capacidad de representar visualmente los problemas es indicativo de mejor rendimiento.
- Debe plantear cuestiones que hagan al niño pensar en los conceptos que va aprendiendo, esto permitirá la generalización
- Deben trabajarse procedimientos para resolver las operaciones básicas aparte de la mera memorización

La elaboración concreta de un programa de intervención en discalculia podríamos representarla en los siguientes pasos:

1. Identificación del área a intervenir. De entre las distintas habilidades matemáticas que hemos evaluado, debemos conocer si existen problemas en: la numerosidad, el dominio del código arábigo, la operatividad simple, la resolución de problemas. Opcionalmente puede analizarse el rendimiento en lógica y geometría.
2. Una vez identificados los problemas se establecerán objetivos realistas y cercanos que contemplen la intervención directa con el niño, pero también con el entorno en caso de ser necesario (ver epígrafe 4.2).
3. Selección de tareas con las que queremos trabajar el dominio concreto a mejorar. Es fundamental en este caso ser capaz de realizar un análisis de las tareas posibles, y esto suele requerir un buen conocimiento de estructuras cognitivas que subyacen a las habilidades numéricas.

4. Diseño concreto de las tareas. Tras la selección de las tareas, estas deben diseñarse de manera que sean: breves, atractivas para el niño, enfatizan diferentes formas de representación numérica (mediante el uso de material manipulable pero también de dibujos), dispongan de instrucciones de fácil comprensión y estén adaptadas a la capacidad del niño de manera que la complejidad aumente de forma gradual. Todo esto facilitará la motivación del niño.
5. Organización de la terapia y de las sesiones. En este punto el terapeuta debe distribuir los tiempos aproximados que quiere dedicar a la realización de cada una de las tareas en cada sesión, y una estimación del tiempo que le supondrá la consecución de los objetivos establecidos en término de sesiones. Es recomendable que las sesiones sean cortas pero prácticamente diarias en contraposición con terapias más largas durante días de la semana distantes.
6. Aplicación del programa. Una vez diseñado, el paso final es la aplicación del programa, durante el transcurso de esta etapa se establecerán mecanismos de control de la bondad de la terapia. Una forma sencilla de implementar esto es tener en cuenta si: a) se ha aprendido una tarea b) se ha generalizado a otra de carácter similar, c) el sujeto ha desarrollado metaconocimiento para explicar cómo se resuelve la misma. Este control de lo aprendido por el niño debe servir para reajustar el diseño inicial de la terapia en caso de ser necesario.

6.1. La rehabilitación de las representaciones de cantidad

La alteración de la representación de cantidad tiene un gran impacto sobre la vida del sujeto. Esta alteración puede presentarse aislada (ver epígrafe 3) pero lo más frecuente es que se presente asociada a otras alteraciones, tal y como ocurre en el Síndrome de Gerstman. Evidentemente el diseño de un programa de intervención debe tener en cuenta los déficits asociados y a la misma vez aquellos aspectos que se encuentran preservados en el paciente y que podrán servir de apoyo a la terapia.

El proceso de rehabilitación de las representaciones de cantidad debe incluir las siguientes tareas: apreciación de pequeñas cantidades, el conteo de objetos, la comparación, la estimación y el orden, para finalizar con sumas y restas simples y el uso de estrategias de conteo. Para todo ello se usan diferentes estrategias como contar usando juegos de mesa... emparejando objetos reales, etc.

Recuperación de las Matemáticas (*Mathematics Recovery*, Wright, 2003)

Desarrollado en Australia, está dirigido a niños de 6 años con dificultades en matemáticas. Se desarrollan sesiones personalizadas centradas en los puntos débiles identificados en la evaluación inicial y que deben realizarse diariamente durante media hora. Los resultados, tras 12 a 15 semanas de terapia, muestran que los niños obtienen mejoras relevantes (Dowker, 2009).

Alcanzando la numerosidad (*Catch Up Numeracy*, Dowker y Sigley, 2010)

Aunque tiene alguna similitud con el programa anterior, adopta una perspectiva más instruccional y se aplica a niños con dificultades matemáticas leves. Se dan sesiones de media hora semanales. El programa ha mostrado ser efectivo tras 30 semanas de intervención, comparado con un grupo de control.

4.2. Programas informáticos para el aprendizaje de las matemáticas y/o la intervención en discalculia

Existe multitud de programas y apps sobre matemáticas, muchos de ellos desarrollados sin objetivos educativos o por personas con conocimientos escasos sobre el desarrollo y/o la organización cognitiva de las habilidades matemáticas. La mayoría de los programas pueden clasificarse en alguna (sino en varias a la vez) de las siguientes categorías: a) programas basados en la repetición y memorización del cálculo, suelen ofrecer poco *feed-back* o escasa información útil sobre estrategias de resolución de las tareas; b) programas de entretenimiento educativo (*edutainment*) que, si bien muy motivadores, suelen ser bastante superficiales; c) entornos de exploración libre, si bien muy flexibles y facilitadores de una comprensión profunda de las matemáticas, suelen a veces ser poco motivadores para algunos niños, dado que no se especifica un objetivo concreto a realizar.

Es necesario plantearse si los programas informáticos son útiles para el aprendizaje matemático y/o la intervención en personas con dificultades matemáticas. La respuesta es sí, pero para eso deben incorporar ciertas propiedades. Los mejores son aquellos que incorporan algoritmos para que las tareas automáticamente se vayan adaptando a las capacidades del niño y a su progresión, y que parten de un modelo sobre cómo se produce el desarrollo de las habilidades matemáticas. Entre los desarrollados directamente a partir de modelos cognitivos por investigadores tenemos:

4.4.1. La carrera de los números (*The Number Race*, Wilson y Dehaene, 2007).

Ha sido desarrollado por uno de los laboratorios más importantes del mundo (INSERM-CEA *Cognitive Neuroimaging Unit*). Mediante juegos con números se trabajan los distintos formatos numéricos (puntos, arábigos, palabras numéricas), el conteo hasta 40 y la suma y la resta con números de 1 cifra. Está indicado para niños de 4 a 8 años y para niños algo mayores que tengan dificultades matemáticas relacionadas con la representación de cantidad, fundamentalmente. Cuenta con una versión en castellano y puede ser descargado gratuitamente en <http://www.thenumberrace.com/>. Aunque existen versiones más recientes, la española no ha sido traducida todavía. Creado por el mismo laboratorio y para niños mayores (5 a 10 años) existe un programa similar pero de una complejidad superior que es el cazador de números (*The Number Catcher*). Aborda la suma y las restas básicas, los formatos numéricos y la lógica de la base 10 y la construcción de los multi-dígitos. No hace falta descargarlo porque se juega on-line, pero no tiene versión castellana <http://www.thenumbercatcher.com/>. Entre las ventajas de estos programas está que son gratuitos y que existe literatura científica, es decir, investigaciones, que garantizan su efectividad,

4.4.2. Programas comerciales: *Smartick*

Existen otros programas diseñados con fines comerciales pero que gracias a que incorporan mecanismos sensibles al rendimiento del sujeto, ofrecen buenas oportunidades para la intervención. En español destaca *Smartick*, un programa que a través de sesiones diarias de aproximadamente 15 minutos e incluyendo un entorno virtual para motivar al niño, incorpora diversidad de ejercicios y de explicaciones de ayuda para su resolución, que parecen ayudar a niños con desarrollo normal pero también patológico a desarrollar sus habilidades matemáticas (ver Iorga y García-Orza, en preparación). El principal inconveniente es su precio (alrededor de 40 euros/mes).

En cualquier caso, la experiencia suele indicar que la intervención con un buen profesor/psicólogo/logopeda suele ser más efectiva que la intervención con un programa informático. La ventaja de los programas informáticos es la flexibilidad que permiten de horarios y de tiempo de dedicación.

4.5. Programas para el desarrollo de las habilidades matemáticas en contextos más generales

Sin ánimo de ser exhaustivos, recogemos aquí algunas notas sobre programas globales (que pueden tener soporte informático o no) que se han popularizado para aprender matemáticas de una manera diferente a la habitual. Entre estos destacan dos sistemas, Kumon y Aloha.

El método Kumon, www.kumon.es, desarrollado en Japón en los años cincuenta se basa fundamentalmente en la práctica del cálculo mental. Es duro y estresante, pues exige dedicación diaria. Es rígido, poco flexible, y está basado en la repetición constante. Si bien tiene la virtud de crear un hábito de trabajo en el niño (está recomendado para niños de 2 a 18 años), no se trabaja el razonamiento matemático en profundidad. No existen evidencias científicas claras de que el sistema supere a otros en los que se emplee la misma dedicación pero haciendo otro tipo de actividades matemáticas.

Aloha Mental Arithmetic, <http://www.alohaspain.com/>, es un método global de enriquecimiento cognitivo. Está diseñado para niños de 4 a 14 años quienes deben recibir dos horas de clases semanales. A través del uso del ábaco japonés (soroban) de base 5 se trabaja el conteo, el conocimiento del valor de la posición y la operatividad. El programa proporciona además entrenamiento para otras habilidades, como la memoria visual, la creatividad (John neuron), la concentración. La lógica científica detrás del programa es escasa y mal fundamentada (hemisferio derecho vs izquierdo), pero esto no quiere decir que no funcione. La organización y concentración que requiere el uso sistemático del ábaco posiblemente tenga un impacto suficiente para mejorar el rendimiento de los niños...más allá de eso no deja de ser un programa de enriquecimiento cognitivo.

5. Referencias

- Ansari D. (2008). Effects of Development and Enculturation on Number Representation in the Brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 278–291.
- Ashcraft, M.H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Directions in Psychological Science*, 11, 181-185.
- Butterworth, B., Varma, S., y Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332, 1049–1053.

- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333, 968-970.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- Dehaene, S. (2011). *The number sense: how the mind creates mathematics (revised & expanded edition)*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., y Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 487-506.
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2004). Children with mathematics learning disabilities in Belgium. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 50-61.
- Dowker, A. D. (2009). What works for children with mathematical difficulties: The effectiveness of intervention schemes. London: Department for Children, Schools and Families.
- Dowker, A. and Sigley, G. (2010). Targeted interventions for children with arithmetical difficulties. *British Journal of Educational Psychology, Monographs series II*, 65-81.
- Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.
- Fuson, K. C. (1992). Relations between counting and cardinality from age 2 to age 8. En J. Bideaud, C. Meljac, y J. P. Fischer (Eds.). *Pathways to number: Children's developing numerical abilities* (pp. 127-149). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gallistel, C. R. y Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44, 43-74.
- García-Orza, J., Contreras-Cuevas, A., Matas-Terrón, A. y Estudillo-Hidalgo, A. (2014). *BERDE: Batería para la Evaluación Rápida de la Discalculia Evolutiva*. Documento sin publicar.
- Geary D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 4-15.
- Geary, D. C. (2011). Cognitive Predictors of Achievement Growth in Mathematics: A Five Year Longitudinal Study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539-1552.
- Gelman, R. y Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Ginsburg, H. P. y Baroody, A. J. (2007). *Tema3. Test de competencia matemática básica*. Adaptación española de Núñez, M^a C. y Lozano, I. Madrid: TEA Ediciones
- Grégoire, J., Noël, M-P. y Van Nieuwenhoven, C. (2015). *TEDI-MATH, Test para el Diagnóstico de las Competencias Básicas en Matemáticas* (2.^a ed) (Manuel J. Sueiro y Jaime Pereña, adaptadores). Madrid: TEA Ediciones.
- Hopko, D.R., Mahadevan R., Bare, R.L., y Hunt, M.K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10, 178–182.
- Isaacs, E. B., Edmons, C. J., Lucas, A., y Gadian, D. G. (2001). Calculation difficulties in children of very low birthweight. A neural correlate. *Brain*, 124, 1701-1707.
- Kaufmann, L., Mazzocco, M. M., Dowker, A., von Aster, M., Göbel, S. M., Grabner, R. H., et al. (2013). Dyscalculia from a developmental and differential perspective. *Frontiers in Psychology*, 4, 516
- Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E., y von Aster, M. (2006). Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study. *Behavioral and Brain Functions*, 2, 31.
- Macizo, P., Colomé, A., García-Orza, J. y Herrera, A. (2016). Cognición Numérica. En M.T. Bajo, L. Fuentes, J. Lupiañez y C. Rueda (Eds.). *Mente y Cerebro* (pp.351-379). Madrid: Alianza Editorial.
- Mazzocco M.M., & Myers G.F. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school age years. *Annals of Dyslexia*, 53, 218-253.
- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157.
- National Center for Education Statistics. (2011). The Condition of Education 2011. Retrieved from <http://nces.ed.gov/pubs2011/2011033.pdf>
- Oliver B, Harlaar N, Hayiou-Thomas M.E., Kovas Y, Walker S, Petrill S, Spinath F, Dale P, Plomin R. (2004) A Twin Study of Teacher-Reported Mathematics Performance and Low Performance in 7-Year-Olds. *Journal of Educational Psychology*, 96, 504-517.
- Ramani, G. y Siegler, R. S. (2015). How informal learning activities can promote children's numerical knowledge. En R. Cohen Kadosh y A. Dowker (2015). *The*

Oxford Handbook of Numerical Cognition (pp. 1135-1153). Oxford: Oxford University Press.

- Rotzer, S., Kucian, K., Martin, E., von Aster, M., Klaver, P., & Loenneker, T. (2008). Optimized voxel-based morphometry in children with developmental dyscalculia. *NeuroImage*, 39(1), 417-422.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2002). Building Blocks for young children's mathematical development. *Journal of Educational Computing Research*, 27, 93-110.
- Shalev, R.S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y., y Gross-Tsur V. (2001). Developmental dyscalculia is a familial learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34 (1), 59-65.
- Wilson A. J., Dehaene S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. En D. Coch, K. Fischer, G. Dawson (Eds). *Human Behavior and the Developing Brain* (pp. 212–238). New York, NY: Guildford Press.
- Wilson, A.J., Dehaene, S., Dubois, O. and Fayol, M. (2009) Effects of an Adaptive Game Intervention on Accessing Number Sense in Low-Socioeconomic-Status Kindergarten Children. *Mind, Brain, and Education* 3(4): 224-234.
- Wilson,A.J., Revkin,S.K., Cohen,D., Cohen,L., y Dehaene,S. (2006). An open trial assessment of “The Number Race”, an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2, 20.
- Wright, R. (2003). Math Recovery®: A Program of Intervention in Early Number. *Australian Journal of Learning Disabilities*, 8(4), 6-11.