

DISLEXIA Y DISCALCULIA. ¿EXTRAÑOS COMPAÑEROS DE VIAJE?

Javier García-Orza
Universidad de Málaga

Frente al conocimiento que tenemos sobre la dislexia, sus orígenes, epidemiología, consecuencias, posibilidades de intervención, etc., existe un gran desconocimiento sobre una alteración de similar incidencia y también de importantes consecuencias como es la discalculia. El presente trabajo aborda la relación existente entre las dificultades del aprendizaje de la lectura (dislexia) y las dificultades del aprendizaje de las matemáticas (discalculia). Se presentan tres posibles marcos de relación entre ambas patologías a lo largo de un continuo, desde una visión que considera que ambas tienen un origen común y por tanto coexisten, pasando por una relación moderada entre ambas, hasta una que considera que ambas patologías son totalmente independientes. Se analizan estas posibilidades a partir de una revisión de las evidencias experimentales sobre la relación entre dislexia y discalculia en cuatro niveles: epidemiológico, cognitivo, cerebral y genético. Las evidencias apoyan la existencia de una relativa independencia entre ambos tipos de alteraciones, aunque el importante solapamiento entre ambos tipos de tareas a nivel genético, cerebral y cognitivo sea responsable de la frecuente comorbilidad entre estas patologías.

Palabras clave: dislexia, discalculia, epidemiología, genética, procesos cognitivos, cerebro.

Introducción

Tradicionalmente los estudios sobre la dislexia y la discalculia evolutivas o del desarrollo han recorrido caminos separados. La mejor evidencia de esto es el conocimiento científico y popular que existe sobre la dislexia, sus causas y su tratamiento y lo escaso que es, en comparación, el conocimiento referente a la discalculia. Dadas estas diferencias podría pensarse que dislexia y discalculia son patologías sin ninguna relación, sin embargo, esta afirmación contrasta con la experiencia de profesores, psicólogos y logopedas que, trabajando en el ámbito escolar, encuentran con frecuencia que las alteraciones del aprendizaje de la lectura y del aprendizaje de los números y el cálculo conviven en la mayoría de los niños.

La pregunta que abordamos es: ¿realmente hay relación entre dislexia y discalculia? y si existe, ¿cómo se materializa? Las posibilidades son diversas y podríamos caracterizarlas de la siguiente manera: 1) No existe relación, son independientes. Discalculia y dislexia están causadas por alteraciones específicas

en procesos cognitivos (sentido numérico y fonología, respectivamente) y estructuras cerebrales diferentes, por tanto es posible encontrar muchos sujetos con dislexia y sin discalculia y viceversa. Si co-ocurren en algunos casos es debido a que el sujeto presenta afectación simultánea de componentes implicados específicamente en estos diferentes aprendizajes, es decir, presenta dos patologías.

2) Existe relación. El aprendizaje de la lectura y el procesamiento numérico se apoya en los mismos mecanismos, es decir, estructuras inespecíficas o generales (memoria operativa, fonología, CI), por lo que la alteración de estos provoca que dislexia y discalculia co-ocurrán prácticamente en la mayoría de los casos.

3) Existe una relación subordinada. La afectación de la lectura afecta al aprendizaje del procesamiento numérico y el cálculo, provocando que los malos lectores sean malos "calculadores" o solucionadores de problemas aritméticos.

Para contestar la pregunta que planteamos en el título de este trabajo, vamos a analizar la relación que existe entre dislexia y discalculia haciendo un análisis desde 4 dimensiones. Comenzaremos haciendo un análisis de los datos que ofrecen los estudios epidemiológicos con el objetivo de observar el grado de asociación entre ambas patologías. Posteriormente evaluaremos qué nos dicen los estudios genéticos sobre la relación entre dislexia y discalculia. Continuaremos analizando desde una perspectiva cognitiva qué dicen los modelos teóricos sobre las causas de la dislexia y discalculia. Finalmente, revisaremos el conocimiento disponible sobre las estructuras neurológicas implicadas en la lectura y el procesamiento numérico, y su afectación en la adquisición de estas habilidades. En cualquier caso, antes de empezar, dado el carácter menos conocido de la discalculia, haremos una pequeña descripción de esta patología con el objetivo de familiarizar al lector con la misma.

La discalculia

La discalculia del desarrollo es un trastorno específico del aprendizaje 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 deprivación escolar o un mal método de aprendizaje. Un niño con discalculia puede experimentar dificultad con los aspectos más básicos del procesamiento numérico y del cálculo. Así, tienen dificultades para la realización de operaciones sencillas, recurriendo con frecuencia a los dedos para solucionarlas, les cuesta entender el sentido de los números y las cantidades e incluso tienen dificultades para escribirlos y/o leerlos. Los problemas

para automatizar las tablas de multiplicar suele ser uno de los rasgos más clásicos y resistente al tratamiento de la discalculia (Butterworth, Varma, Laurillard, 2011; Geary, 2011).

Los niños con discalculia pueden tener un rendimiento normal o incluso superior en otras áreas del conocimiento, incluida la lectura. Es más, existen sujetos que únicamente muestran dificultades en el área numérica, aunque los datos muestran que buena parte de los pacientes con discalculia presentan alteraciones asociadas, en su mayoría déficits de atención y/o dislexia.

En la actualidad se asume que la discalculia es un problema congénito, con un importante componente genético. A nivel cerebral se asume que la discalculia podría estar causada por una disfunción del surco intraparietal que afectaría a las representaciones de cantidad (al concepto asociado al número) y no, como se pensaba, a un déficit en la velocidad de procesamiento, la memoria operativa o en habilidades visoespaciales (Butterworth, 2010; Butterworth et al., 2011; Geary, 2011, para revisiones actualizadas sobre el tema).

Epidemiología de la dislexia y la discalculia

Los estudios que sobre la incidencia de la dislexia y discalculia se han realizado de forma independiente sugieren que ambas alteraciones tienen similar prevalencia entre la población: entre el 6-9%. En cualquier caso debe considerarse que dependiendo del criterio diagnóstico la incidencia de estas patologías puede variar, por ejemplo, Rutter y Maughan (2005) sitúan la incidencia de la dislexia entre el 3 y el 6%, mientras que Carrillo, Alegría, Miranda y Sánchez (2011) lo sitúan alrededor del 12%. Similares diferencias se observan en los estudios sobre discalculia (Badian, 1999; Dirks, Spyer, van Lieshout y de Sonneville, 2008).

Para nuestro objetivo de analizar la relación entre dislexia y discalculia es de mayor importancia la información que nos ofrecen aquellos estudios en los que de forma conjunta se ha analizado la incidencia de la dislexia y la discalculia. Badian (1999) encontró sobre una muestra de 1075 niños, que el 2,3 % tenía problemas persistentes exclusivamente en matemáticas, el 6,6 % sólo en lectura y el 3,5% simultáneamente en matemáticas y lectura (ver figura 1). Más recientemente, Dirks et al. (2008) usando el percentil 10 como criterio diagnóstico encontraron que el 5,6% tenía problemas en matemáticas, el 8% sólo en lectura y únicamente un 1% dificultades conjuntas en ambas áreas. Estos datos son en proporción similares a los

descritos por Compton, Fuchs, Fuchs, Lambert y Hamlett (2011) quienes usando el percentil 15 como criterio, encontraron que el 10,1% de los niños tenía problemas en cálculo, el 6,6% en lectura de palabras y en el 3,8% de participantes había comorbilidad.

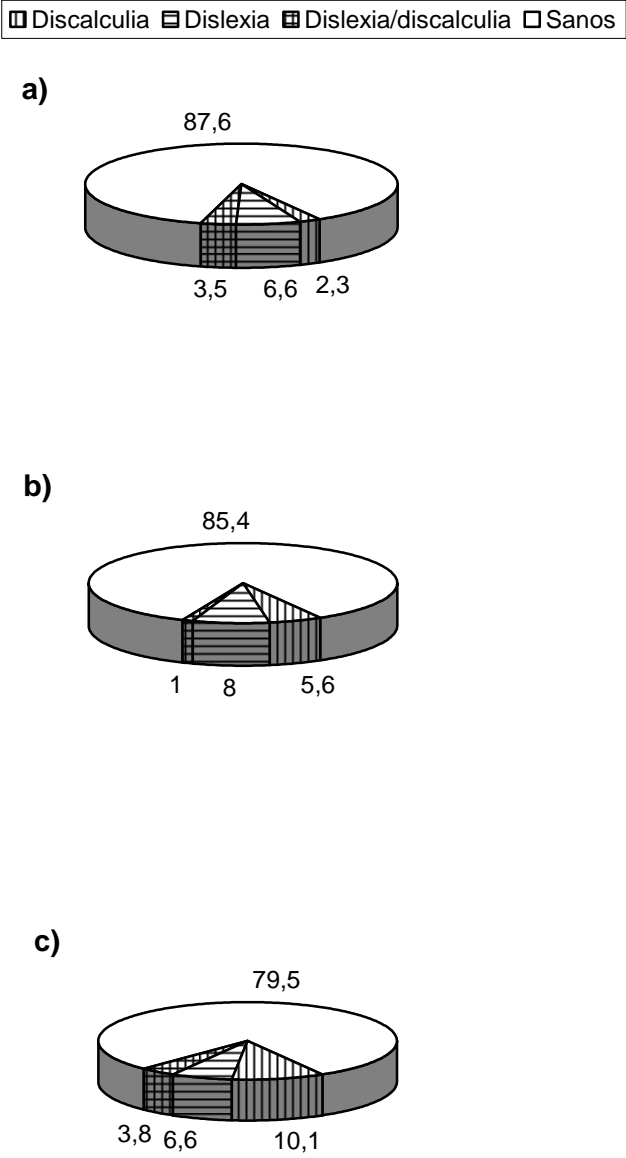


Figura 1. Distribución de niños con dislexia, discalculia y dislexia/discalculia según: a) Badian (1999); b) Dirks et al. (2008); c) Compton et al. (2011).

Con independencia de algunas variaciones en los estudios, justificables debido al uso de diferentes criterios diagnósticos y el empleo de diferentes muestras de edad y cultura, hay una constante en estos datos epidemiológicos: el porcentaje

de sujetos que muestra únicamente una de las alteraciones es siempre considerablemente mayor que el que presenta ambas. Este dato apoya la existencia de cierta independencia entre dislexia y discalculia. No en vano la mayoría de las personas que sufren dislexia no sufren simultáneamente de discalculia, en contra de la “sensación” que muchos profesionales de la educación puedan tener. Pero hay algo también que debe reseñarse, de acuerdo con ciertos análisis, el porcentaje de individuos diagnosticados con ambas patologías excede, en todos los estudios, de lo esperable por azar (ver Dirks et al., 2008), lo que simultáneamente sugiere la existencia de cierta relación entre ambas patologías en, al menos, algunos casos.

Genética de la discalculia y la dislexia

La evidencia clínica sugiere la existencia de un componente heredado tanto en la dislexia como en la discalculia, pues es frecuente encontrar que estas patologías se presenten en más de un miembro de la familia. Por ejemplo, el 40% de los niños y el 18% de las niñas que tienen un padre disléxico son también disléxicos (Pennington y Smith, 1988). En el caso de la discalculia, los estudios no están tan claros pero parece que el 40% de los padres de un individuo con discalculia son también discalcúlicos (Shalev, Manor, Kerem, Ayali, Badichi, Friedlander, et al., 2001). Sin embargo, estas proporciones de heredabilidad pueden deberse bien a los genes bien a la existencia de un ambiente compartido. Por esta razón los estudios sobre herencia genética cuando realizan un estudio genético cuantitativo con gemelos, extraen 3 índices, uno relacionado con la heredabilidad, es decir, el papel que tiene la genética, otro relacionado con el ambiente compartido y otro relacionado con el ambiente no compartido. En una revisión de los estudios llevados a cabo con gemelos monocigóticos (igual carga genética) y dicigóticos (comparten el 50% de la carga genética), Plomin, Kovas y Haworth (2007) indican que la probabilidad de que un gemelo esté afectado de dislexia si lo está el otro es del 84% en el caso de los gemelos monocigóticos y del 48% en el de los dicigóticos. En el caso de la discalculia, la probabilidad es del 70% y del 50% respectivamente para mono y dicigóticos (Oliver et al., 2004). Los estudios genéticos han empezado a mostrar la influencia de los genes también en la variabilidad de los individuos normales. Así el peso medio de la heredabilidad (la proporción de la varianza fenotípica que se puede atribuir a la variación genética) era del 0.52 en el caso de las dislexia y del 0.63 en el caso de la habilidad lectora normal; y del 0.61 y 0.63 para las alteraciones del

procesamiento matemático y las habilidades matemáticas respectivamente (Plomin y Kovas, 2005).

En relación con el grado de solapamiento que existe entre los genes implicados en la discalculia y la dislexia, lo cual nos podrá dar una visión del grado de relación existente entre ambas patologías, estudios parecen encontrar cierto solapamiento en los factores genéticos que explican las diferencias individuales en tareas de lectura y de matemáticas (Plomin et al., 2007). Sin embargo, en un análisis de la relación genética entre matemáticas y lectura en una muestra de algo más de 200 gemelos di- y mono-cigóticos, Hart y su equipo encontraron que si bien existe un amplio solapamiento en los genes implicados en las habilidades matemáticas y lectoras, también existen fuentes de variación genética independientes entre matemáticas y las habilidades de codificación que se ponen en juego durante la lectura (ver Hart, Petrill y Thompson, 2010, para una revisión).

En resumen, los estudios genéticos indican la presencia de solapamiento entre habilidades lectoras y del procesamiento numérico, pero muestran también la existencia de cierta contribución genética a procesos exclusivamente numéricos que harían de la dislexia y la discalculia entidades patológicas diferentes. Por último, dada la complejidad de las habilidades estudiadas, no parece existir un único gen asociado a las matemáticas o a la lectura.

Procesos cognitivos en la dislexia y la discalculia

De acuerdo con una gran cantidad de autores la lectura se realizaría gracias a la identificación inicial de las letras y la posterior intervención de dos rutas, la ruta de conversión de grafemas en fonemas, que permitiría la lectura de palabras regulares (e.g., pelota) y pseudopalabras (e.g., potine), y la ruta léxica que permitiría la lectura de palabras previamente conocidas, incluidas las irregulares (e.g., *sprite*). Durante el aprendizaje de la lectura se irían construyendo simultáneamente ambos mecanismos de lectura, aunque cierto desequilibrio en el desarrollo de uno frente a otro puede darse en función del modelo de aprendizaje de la lectura utilizado. En cualquier caso, en el aprendizaje normal de la lectura intervienen dos factores importantes, el desarrollo de la conciencia fonémica y la necesidad de generar asociaciones orto-fonológicas entre las representaciones ortográficas (letras y palabras) y las representaciones fonológicas (de los sonidos y las palabras) (ver Ziegler y Goswami, 2005, para una revisión).

El modelo dominante del procesamiento numérico y el cálculo, el modelo de triple código (Dehaene, 1992) sugiere cierta independencia entre habilidades numéricas, al establecer tres dimensiones de representación relativamente independientes. El nivel de representación más genuinamente numérico sería el de la *representación de la cantidad* o magnitud numérica; esta representación tendría un fuerte componente espacial, al concebirse como una especie de línea mental sobre la que se colocarían los números. Un segundo código sería el *verbal-auditivo* asociado al procesamiento de palabras numéricas y a los hechos aritméticos, esto es, operaciones simples memorizadas verbalmente como las tablas de multiplicar, que no tenemos que calcular cada vez. Finalmente, existiría un código *visual-arábico* que estaría involucrado en el procesamiento de números arábigos y se emplearía, además, en el procesamiento de la paridad numérica y en tareas de cálculo multi-dígito (relacionado con los procedimientos). Desde este modelo se defiende además que la representación abstracta de cantidad tendría su origen en habilidades perceptivas innatas (e.g., *subitizing*, que es la capacidad para contar pequeñas cantidades de forma muy rápida), y cómo a partir de ella se construiría nuestro conocimiento numérico. La experiencia previa a la escolarización con los números y el conteo fortalecerían estas representaciones y facilitarían el desarrollo y empleo de las representaciones verbales y visuales-arábicas. El aprendizaje escolar consolidaría el dominio sobre estos códigos y su automatización.

Existen múltiples hipótesis acerca de cuál o cuáles son los déficits cognitivos causantes de la dislexia y la discalculia. Algunas hipótesis hacen referencia a déficits en mecanismos de carácter general (e.g., atención, memoria operativa, memoria semántica), en contraste con otras que consideran estas alteraciones fruto de alteraciones en procesos específicos (fonología, representación de cantidad). Las primeras estarían apoyando la idea de que debe existir relación entre dislexia y discalculia pues ambas tendrían un origen común, las últimas, por el contrario, abogarían por la independencia entre ambas.

Dado que no está dentro del objetivo de este trabajo realizar una revisión exhaustiva de las hipótesis sobre dislexia y discalculia, abordaremos de manera sucinta esta cuestión. Desde hipótesis generalistas, se ha propuesto que la dislexia podría ser fruto de problemas en el procesamiento visual, la atención viso-espacial, la memoria operativa, la percepción auditiva o la velocidad de procesamiento, entre otras posibilidades (ver, Cuetos, 2009, para una revisión). Algo similar ha ocurrido

con la discalculia, así, se ha defendido que podría ser fruto de problemas en la memoria operativa y/o en la función ejecutiva, en la memoria a corto plazo visoespacial, en la memoria semántica o en el procesamiento visual (ver Geary, 2011, para una revisión). El problema para estos modelos generales es que deben ser capaces de explicar porqué la afectación de esos mecanismos en muchos niños sólo afecta a un área, provocando dislexia sin disgrafía o disgrafía sin dislexia. Es más, muchos de estos modelos tienen que afrontar la existencia en los grupos de disléxicos o discalcúlicos de individuos sin ninguna alteración en procesos generales (Rochelle y Talcott, 2006; Ramus, 2003). Es importante destacar que rechazar que un déficit en mecanismos generales sea el causante de la dislexia o la discalculia, no implica asumir que la memoria operativa, la atención visoespacial, la memoria semántica, etc., no intervengan en la lectura o en el procesamiento numérico. Normalmente cuanto mayor sea la demanda/dificultad de la tarea más importante será su papel en la resolución de esas tareas, y eso es precisamente, como muestra la literatura, lo que los hace buenos predictores entre otros del rendimiento lector y matemático. Igualmente, la alteración de algunos de estos mecanismos generales en un momento crítico durante la adquisición parece que podría generar alteraciones en la adquisición de las habilidades lectoras y numéricas, pero lo haría de forma generalizada, afectando a la lectura, al procesamiento numérico y al aprendizaje de otras habilidades (Hecht et al., 2001). En cualquier caso, debemos señalar que la alteración de mecanismos generales puede explicar los casos de comorbilidad, pero difícilmente las disociaciones entre dislexia y discalculia encontradas en muchos sujetos.

La visión mayoritaria entre los investigadores es que la dislexia estaría provocada por un déficit de tipo fonológico. Sea bien por un problema en la conciencia fonémica o bien por problemas en el procesamiento fonológico, el niño con dislexia no construiría representaciones orto-fonológicas suficientemente robustas lo que le impediría una adecuada codificación de los sonidos que corresponden con las palabras impresas (Ramus, 2003). En el caso de la discalculia, se ha argumentado que estaría provocada por un déficit específico en la representación mental de cantidad (Nieder y Dehaene, 2009) o en la codificación de la numerosidad. Desde esta última perspectiva, los sujetos con discalculia tendrían dificultades para representar la cantidad de ítems en un conjunto (Butterworth, 2010)

o al menos para acceder a ellas cuando el *input* es de carácter simbólico (Rousselle y Noël, 2007).

La consideración de dislexia y discalculia como fruto de alteraciones específicas en la fonología y la representación de cantidad respectivamente, apoya una visión de ambas patologías como entidades independientes. Sin embargo, se ha especulado con la posibilidad de que el déficit lector del disléxico pueda afectar al procesamiento numérico y al cálculo de varias formas. Por ejemplo, no son pocos los estudios que han mostrado la relación entre lectura y matemáticas de manera especial cuando un problema matemático requiere un esfuerzo lingüístico (ver Jordan, 2007). Por otro lado, las dificultades en la lectura pueden afectar al aprendizaje de otras habilidades, incluidas las aritméticas, al reducir la oportunidad de adquirir conocimiento. Finalmente, el modelo de triple código asume la implicación de códigos verbales en la realización de determinadas tareas numéricas, por lo que es de esperar que un déficit en lo fonológico como el que se postula para la dislexia pudiera afectar al procesamiento matemático. Por ejemplo, puesto que la multiplicación parece estar directamente relacionada con las representaciones verbales, es muy posible que su memorización y/o recuperación se pueda ver perjudicada por estos.

En definitiva, las hipótesis actuales sobre la afectación cognitiva de la dislexia y la discalculia sugieren, respectivamente, la alteración de mecanismos específicamente lingüísticos y numéricos. Esto no descarta la posibilidad de que cuando se ha de afrontar una tarea de cierta complejidad, la implicación de componentes ejecutivos y de memoria pueda generar, por alterada, dificultades en la realización de la tarea. De forma similar ocurre cuando hablamos del posible efecto que la alteración de la fonología puede tener en las matemáticas, sus efectos son secundarios y limitados a ciertas tareas, no afectando a otras en las que, sin embargo, muchos discalcúlicos muestran problemas. Finalmente, las dificultades en la lectura pueden tener una consecuencia en la adquisición de conocimiento por esa vía, provocando una mayor pobreza experiencial en el paciente que afectaría a la adquisición de las matemáticas pero también a otras parcelas del saber. En cualquier caso nuestra visión es que esta relación de relativa dependencia de la lectura para la adquisición de conocimiento no implica que la dislexia provoque la aparición de discalculia.

Dislexia, discalculia y cerebro

Los datos procedentes de estudios de neuroimagen funcional y de estimulación magnética transcraneal, así como los realizados con sujetos que sufren algún daño neurológico, ofrecen actualmente una perspectiva bastante clara de las estructuras cerebrales implicadas en el procesamiento numérico y el cálculo. Es más, estos estudios están mostrando incluso la existencia de importantes diferencias, tanto a nivel anatómico como en el patrón de activación cerebral, entre sujetos con y sin dificultades del desarrollo.

Las áreas implicadas en la lectura de palabras se localizan en la mayoría de los sujetos en el hemisferio izquierdo, fundamentalmente en áreas frontales y temporales. Dentro de estas parecen jugar un papel fundamental el giro fusiforme (reconocimiento de letras) y los giros angular y supramarginal (reconocimiento léxico-ortográfico) en los procesos de procesamiento visual. El área de Broca (cortex prefrontal inferior) y el giro temporal superior parecen tener un papel en los procesos de activación fonológica. Otras áreas que de forma bilateral parecen implicadas en la lectura son porciones del área motora y premotora y del cerebelo (Joubert et al., 2004).

Por su parte las tareas de índole numérico suelen implicar al surco intraparietal en lo referente a la representación de cantidad; regiones perisilvianas y ganglios basales y núcleos talámicos del hemisferio izquierdo están relacionados con el procesamiento de números en formato verbal (lectura, producción y audición), la lectura de arábigos y la resolución de multiplicaciones. 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). Debe señalarse también, que en el curso tanto de las tareas de lectura como en las tareas matemáticas, se produce adicionalmente la activación de áreas frontales y parietales, implicadas en procesos ejecutivos y atencionales, y cuya implicación varía en función de las demandas que la tarea plantea a estos niveles.

El panorama descrito indica que algunas de las áreas que se usan en la lectura están también implicadas en el procesamiento numérico y aritmético. Por ejemplo, el reconocimiento visual de números y letras se produce en áreas del giro

fusiforme; la codificación oral de números y palabras activa áreas del cortex prefrontal inferior; mayores demandas atencionales en tareas de índole numérica o lectora implican a las mismas estructuras atencionales (frontales y parietales). Sin embargo, los datos sugieren también la existencia de áreas específicamente numéricas, caso del segmento horizontal del surco intraparietal donde parece situarse el sentido de la magnitud numérica.

En sujetos con dislexia la observación de la anatomía cerebral y los patrones de activación durante la realización de tareas de lectura sugiere que los sujetos con dislexia posiblemente tienen mayor asimetría del plano temporal, área asociada a la comprensión auditiva y a la lectura (Leonard y Eckert, 2005). Por otro lado, las evidencias han mostrado un tamaño reducido de los lóbulos temporales y frontales, núcleo caudado, tálamo, cerebelo y de la ínsula, el lóbulo occipital y el giro frontal inferior (Leonard y Eckert, 2008). Es decir, se han encontrado diferencias en zonas implicadas en la lectura y el procesamiento del habla, pero curiosamente también en áreas no asociadas con estos procesos. En el plano funcional, mientras leen, los niños con dislexia suelen mostrar menor activación de zonas temporoparietales del hemisferio izquierdo clásicamente asociadas con la lectura y mayor activación en esas mismas áreas de su hemisferio derecho y de zonas frontales (Simos et al., 2002). Esto último sugiere que para realizar la misma tarea lectora que los niños normo-lectores han de recabar mayores recursos de procesamiento (i.e., atencionales, memoria).

Los estudios realizados en niños con discalculia parecen mostrar la existencia de menor materia gris en zonas parietales del hemisferio izquierdo (Isaacs, Edmonds, Chong, Lucas y Gadian, 2001), menor cantidad de materia gris en el IPS, 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 (Kucian, Loenneker, Dietrich, Dosch, Martin y von Aster, 2006) en una tarea en la que los niños debían seleccionar la respuestas más próxima a una suma simple. En una tarea similar de cálculo aproximado, Ansari (2008) encontró principalmente diferencias en cuanto a la activación del IPS.

La comparación de individuos sanos con personas con dislexia y/o discalculia, vuelve a evidenciar la existencia de diferencias en áreas cerebrales implicadas en mecanismos de carácter general (e.g., atención/frontales), en estructuras cerebrales que parecen estar implicadas en tareas matemáticas y lectoras (áreas temporoparietales y giro frontal inferior), y en áreas que parecen estar exclusivamente implicadas en las matemáticas (surco intraparietal).

Conclusión

Al principio de este trabajo nos hacíamos una pregunta clara: ¿son la dislexia y la discalculia compañeras de viaje? La evidencia epidemiológica indica la existencia de altos porcentajes de sujetos que presentan dislexia y no discalculia y viceversa, siendo menor el porcentaje de los que presentan ambas (en ausencia de otras patologías diferentes). Por su parte, los estudios con gemelos mono y dicigóticos parecen haber mostrado la existencia de cierto solapamiento entre genes a la hora de predecir el rendimiento y la aparición o no de dislexia y/o discalculia, pero la existencia de un componente hereditario específico para las matemáticas. Las teorías actuales sobre las causas de la discalculia y la dislexia sugieren la existencia de déficits específicos a nivel cognitivo: un déficit en las habilidades fonológicas y un déficit específicamente numérico en las representaciones de cantidad. Aunque el primero puede tener alguna influencia sobre el rendimiento matemático, se defiende que esto ocurrirá de forma parcial en algunas tareas (con alta demanda de recursos) pero no parece tener poder suficiente para por sí sola generar un patrón de discalculia. Finalmente, un vistazo a las estructuras cerebrales implicadas en ambas tareas vuelve a identificar la existencia de estructuras comunes, pero no puede negar la existencia de áreas específicas del procesamiento numérico.

Nuestra revisión, por tanto, sugiere la existencia de independencia entre ambas patologías. Es cierto que las dificultades lectoras alejan habitualmente al escolar del conocimiento, por lo que las dificultades en lectura pueden causar un retraso o mal aprendizaje en otras áreas, incluida las matemáticas, pero esto no convierte a los niños en discalcúlicos. Por otro lado, es posible que uno de los síntomas clásicos de la discalculia, la dificultad para automatizar las tablas de multiplicar y otras operaciones frecuentes como pequeñas sumas y restas, esté relacionado con las dificultades de tipo fonológico que presentan los sujetos con dislexia. La memorización de tales operaciones parece estar basada en un código

verbal y las dificultades en el lenguaje podrían estar detrás de estos problemas, pero la evidencia hasta ahora no es concluyente (García-Orza, León-Carrión y Vega, 2003). Futuros estudios deben ir dirigidos a aclarar la relación entre lenguaje y aritmética simple y su papel en la discalculia.

Referencias

- Ansari, D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Reviews Neuroscience* 9, 278–291.
- Badian, N. A. (1999). Persistent arithmetic, reading, or arithmetic and reading disability. *Annals of Dyslexia*, 49, 43–70.
- Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 534-541.
- Butterworth, B., Varma, S., y Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From Brain to Education. *Science*, 232, 1049-1053.
- Carrillo, M.S., Alegría, J., Miranda, P., y Sánchez, N. (2011). Evaluación de la dislexia en la escuela primaria. Prevalencia. *Escritos de Psicología*, 4 (2), 35-44.
- Compton, D.L., Fuchs, L.S., Fuchs, D. Lambert, W., y Hamlett, C. (2011). The Cognitive and Academic Profiles of Reading and Mathematics Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 45, 79-95.
- Cuetos, F. (2009). Dislexias Evolutivas: un puzzle por resolver. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 29 (2), 78-84.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P. y Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 487-506.
- Dirks, E., Spyer, G., van Lieshout, E. C. D. M., y de Sonneville, L. (2008). Prevalence of combined reading and arithmetic disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 460–473.
- Fisher, S. E. y Francks, C. (2006). Genes, cognition and dyslexia: learning to read the genome. *Trends in Cognitive Science*, 10, 250-257.
- García-Orza, J., León-Carrión, J. y Vega, O. (2003). Dissociating Arabic numeral reading and basic calculation: a case study. *Neurocase*, 9, 129-139.
- Geary, D.C. (2011). Consequences, characteristics and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 32, 1-14.
- Hart, S. A., Petrill, S. A., y Thompson, L. S. (2010). A factorial analysis of timed and untimed measures of mathematics and reading abilities in school aged twins. *Learning and Individual Differences*, 20, 61–134.
- Hecht, S. A., Torgesen, J. K., Wagner, R. K., y Rashotte, C. A. (2001). The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A longitudinal study from second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, 192–227.
- Isaacs, E.B., Edmonds, C.J., Chong, W.K., Lucas, A. y Gadian, D.G. (2003). Cortical anomalies associated with visuospatial processing deficits. *Annals of Neurology*, 53, 768–773.
- Jordan, N. C. (2007). Do words count? Connections between mathematics and reading difficulties. En D. B. Berch y M. M. M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children?* (pp 107–120). Baltimore, MD: Brooks.

- Joubert, S., Beaugard, M., Walter, N., Bourguin, P., Beaudoin, G., Leroux, J.M., Karama, S. y Lecours, A. (2004). Neural correlates of lexical and sublexical processing. *Brain and Language*, 89, 9-20.
- Jordan, N.C. (2007). Do words count? Connections between mathematics and reading difficulties. En D.B. Berch y M.M.M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities*. Baltimore, MD: Paul H. Brookes.
- 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.
- Leonard, C.M. y Eckert, M.A. (2008). Asymmetry and dyslexia. *Developmental Neuropsychology*, 33, 663-681.
- Nieder, A. y Dehaene, S. (2009). *Representation of number in the brain*. *Annual Review in Neuroscience* 32, 185-208.
- 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.
- Pennington, B.F. y Smith, S.D. (1988). Genetic influences on learning disabilities: An update. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56, 817-823.
- Plomin, R. y Kovas, Y. (2005). Generalist genes and learning disabilities. *Psychological Bulletin*, 131, 592 – 617.
- Plomin, R., Kovas, Y. y Haworth, C.M.A. (2007). Generalist genes: Genetic links between brain, mind, and education. *Mind, Brain, and Education* 1, 11–19
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13, 212-218.
- Rotzer, S., Kucian, K., Martin, E., von Aster, M., Klaver, P. y Loenneker, T. (2008). Optimized voxel-based morphometry in children with developmental dyscalculia. *Neuroimage*, 39(1), 417-422.
- Rousselle, L., y Noel, M. P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs. nonsymbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102, 95–361.
- Rochelle, K.S.H. y Talcott, J. (2006). Impaired balance in developmental dyslexia: a meta-analysis of the contending evidence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 77, 1159-1166.
- Rutter, M., y Maughan, B. (2005). Dyslexia: 1965-2005. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 33, 389-402.
- Simos, P.G, Fletcher, J.M., Bergman, E., Breier, J.I., Foorman, B.R., Castillo, E.M., et al. (2002). Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training. *Neurology*, 58, 1203-1213.
- Shalev, R.S., Manor, O., y Gross-Tsur, V. (2005). Developmental dyscalculia: a prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 121-125.
- Shalev, R. S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y., et al. (2001). Developmental dyscalculia is a family learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34(1), 59–65.
- Ziegler, J. C., y Goswami, U. (2005). Reading Acquisition, Developmental Dyslexia, and Skilled Reading across Languages: A Psycholinguistic Grain Size Theory. *Psychological Bulletin*, 131, 3-29.