

D

Diagnóstico Neuropsicológico y Terapia de los Trastornos de Lectura-Escritura (Dislexia del Desarrollo)

Bruno Preilowski

Profesor Emérito de Tübingen University, Profesor Invitado de Zeppelin-University, Tübingen, Alemania.

Esmeralda Matute

Instituto de Neurociencias – CUCBA, Departamento de Estudios en Educación, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.

Correspondencia: Dra. Esmeralda Matute, Instituto de Neurociencias – CUCBA, Universidad de Guadalajara. Francisco de Quevedo 180, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44130, México. Teléfono +52(33) 38180740. Correo electrónico: ematute@cencar.udg.mx

Resumen

Durante muchos años, un número en aumento de publicaciones se ha interesado en la dislexia del desarrollo (DD), su diagnóstico, sus posibles causas y varios enfoques de tratamiento. Entre estos reportes, más y más estudios de neuroimagen han surgido incluyendo investigaciones a través de IRMf en niños. El presente artículo revisa el actual estado del conocimiento. Muestra que los datos neurocientíficos no han producido revelaciones del todo nuevas acerca de la DD. Más bien, han fortalecido ideas y hallazgos, que por mucho tiempo se han discutido en la investigación neuropsicológica así como en aquella relacionada con el habla y el lenguaje. Así, se ha confirmado que la dislexia es un trastorno complejo con una génesis multifactorial, que toma diferentes formas entre las que predominan las dificultades fonológicas. Además, ahora es claro que la DD no es la consecuencia de un desarrollo lento ni una variante del curso normal del desarrollo, sino que más bien resulta de un desarrollo alterado. También, la existencia de una predisposición familiar poligénica ha sido documentada. Con relación al tratamiento, se concluye que no existe una cura para la DD, aun cuando existen diferentes tipos de intervención terapéutica, que son efectivas, especialmente si se realizan lo más pronto posible, reduciendo las dificultades de lectura. El pronóstico es menos optimista para los niños con DD que inician su tratamiento después de cuarto grado de primaria.

Palabras clave: Dislexia, lectura, terapia, aprendizaje, diagnóstico.

Neuropsychological Diagnosis and Therapy of Developmental Reading-Writing Disorders (Developmental Dyslexia)

Summary

For many years now, a rising number of publications have been concerned with the phenomenon of developmental dyslexia (DD), its diagnosis, its possible causes and various approaches to treatment. Among the reports more and more imaging studies are found, in the last years also including fMRI investigations with children. The present article reviews the present state of affairs. It shows that the neuro-scientific data have not produced completely new revelations about DD. Rather they have strengthened ideas and findings, which for many years have been discussed in neuropsychological as well as speech and language research. Thus, it was confirmed that DD is a complex disorder with a multifactorial genesis, taking on many different forms, with a predominance of phonological difficulties. Furthermore, it is now clear, that DD is not a consequence of developmental slowing, nor a variant of the normal developmental course, but an aberrant development. Also, the existence of a polygenetic family predisposition has been substantiated. With regard to treatment it is concluded, that there is no cure for DD, however there are interventions, which are effective, especially if they are undertaken as early as possible, in reducing the reading difficulties. The prognosis is much less optimistic for children beginning treatment for DD beyond the fourth year of school.

Keywords: Dyslexia, reading, therapy, learning, diagnosis.

Introducción

El cerebro humano está estructurado para aprender por el mismo a comprender el lenguaje y a comunicar a través del habla. Se puede decir que el ser humano tiene un 'instinto' para adquirir el lenguaje. Aprender a leer y a escribir, sin embargo, no está determinado por un instinto similar; más bien, este aprendizaje es un hábito cultural que se tiene que enseñar por muchos años para que pueda ser adquirido. Este supuesto se apoya en el hecho de que existen muchas culturas en el mundo que tienen su lengua específica a la vez que no tienen tradición escrita.

El hecho de que entre 5 y 10% de los niños pertenecientes a cualquier grupo social con escritura son incapaces de alcanzar el nivel promedio en sus habilidades de lectura y escritura es un fenómeno desconcertante. Y más dado que estos niños tienen un nivel intelectual normal, una escolarización adecuada y no presentan obvias alteraciones neurológicas. Si bien, las estimaciones y estadísticas proporcionadas por diversos países acerca de la incidencia de éste déficit difieren debido principalmente a diferencias en la conciencia pública sobre el desarrollo de habilidades escolares específicas y de su impacto en el futuro de esos niños, así como en los sistemas educativos y de salud disponibles, no todas las diferencias pueden explicarse así de simple. Por ejemplo, en los países anglosajones, los cuales de hecho dominan en la investigación sobre trastornos en las habilidades académicas, poco o nada de atención se dedica a las habilidades de escritura. Lo anterior llama aún más la atención si consideramos que el inglés tiene uno de los sistemas de escritura con mayor complejidad ortográfica dada la inconsistencia en la transcripción sonido

(fonema) – letra (grafema) por lo que son mayores las dificultades en el aprendizaje de su sistema de escritura en comparación a otras lenguas con un sistema más fácil.

Existe otra razón para entender la gran diferencia entre países con relación al esfuerzo para resolver la incógnita sobre los trastornos en las habilidades académicas y con ello favorecer el desarrollo de estrategias efectivas ya sean preventivas o terapéuticas. Se trata de la dificultad para presentar una explicación certera de los problemas que estos niños tienen. Esta dificultad persiste en la época actual aun cuando en la dos últimas décadas hemos aprendido mucho acerca de las funciones neuropsicológicas de estos niños. Existen además muchas teorías, aun cuando algo divergentes, acerca de las causas de estos déficits; la mayoría de los niños que son referidos al neuropsicólogo para diagnóstico y tratamiento, presentan un cuadro complejo de sus habilidades y problemas que se resiste a explicaciones simples de causa-efecto.

De hecho, lo anterior no debe sorprendernos. Hay que recordar que para adquirir la lectura y la escritura, un niño debe desarrollar ciertas funciones básicas visuales, auditivas y sensorio-motoras que se conocen como prerrequisitos. Por lo general, es hacia la edad de cinco a seis años que el aprendizaje formal de la lectura y la escritura inicia y por ello es cuando el trastorno se hace evidente. La causa posible, no obstante, puede en realidad, haber ocurrido en el desarrollo temprano del cerebro antes del nacimiento o –de acuerdo a otras teorías- a anomalías en el desarrollo en la infancia temprana. En otras palabras, cualquiera que sea el origen, por varios años hasta que el niño inicia la escuela, el cerebro del niño no ha

estado esperando pasivamente para su primera exposición a las instrucciones de lectura y escritura. Más bien, ha pasado a través de dramáticos cambios de desarrollo incluyendo la adaptación cognitiva y de maduración cerebral durante varios años después de que la anomalía haya ocurrido. Aún, si existiera una sola causa de origen, resultados diversos son posibles debido a la interacción con la estimulación ambiental la cual varía entre los niños. Lo anterior pudiera además, multiplicarse ante la existencia varias causas posibles con diferentes formas y grados de expresión.

Un breve resumen del estado actual del conocimiento acerca de la dislexia de desarrollo (DD)

Muchos de los artículos y libros actuales sobre dislexia del desarrollo inician señalando que la identificación a través de las técnicas de neuroimagen modernas de ciertas regiones cerebrales activadas ha finalmente elucidado el déficit y lo hace disponible para un tratamiento con base científica (i.e, Shaywitz & Shaywitz, 2008). En este artículo se reflexiona sobre el estado actual del conocimiento acerca del diagnóstico y terapia de la DD. Entre otras cosas, se mostrará que los datos neurocientíficos no han producido revelaciones completamente nuevas acerca de la DD. Por lo contrario, han reforzado ideas y hallazgos, que por muchos años han sido discutidos en la investigación neuropsicológica y en la relacionada con el habla y el lenguaje. Así, se ha confirmado que la DD es un trastorno complejo con una génesis multifactorial, que se manifiesta en diferentes formas, con un predominio de dificultades fonológicas. De igual manera se ha confirmado que la DD no es una consecuencia de un desarrollo lento ni tampoco es una variante del desarrollo

típico. Finalmente, se ha confirmado la existencia de una predisposición familiar poligénica.

En años recientes, la DD ha sido descrita en diferentes culturas y estudios comparativos transculturales han sido realizados. Como ya se mencionó, se ha encontrado de manera consistente que entre 5 a 10% de los niños presentan déficit de lectura y escritura. Además, en todas las lenguas y sistemas de escritura estudiados se ha identificado al problema fonológico como medular. Dependiendo del tipo de sistema de escritura (Alfabético versus logográfico) y en el alfabético, de la regularidad de las reglas para transformar los sonidos en letras (transparencia ortográfica), existe una variabilidad en las características de la manifestación de la dislexia entre y dentro de grupos lingüísticos sin llegar a haber duda acerca del hecho de que todas éstas son descripciones del mismo déficit de desarrollo (Paulesu et al., 2001).

Trastorno de lectura y escritura, dislexia, dislexia del desarrollo

Antes de entrar en detalles, consideramos importante señalar que esta revisión concierne exclusivamente a la dislexia del desarrollo (DD) también conocida como dislexia. Disgrafía del desarrollo no se incluye de manera explícita, aun cuando las dos están con frecuencia íntimamente conectadas. Ambas condiciones no deben confundirse con un déficit adquirido de la lectura y de la escritura después de que una persona haya dominado estas habilidades. A estas últimas se les conoce con mayor frecuencia como alexias o agrafias aun cuando en la literatura anglosajona también se les identifica como dislexia y disgrafia. Dado que numerosos intentos se han realizado para inferir

modelos de lectura y escritura a partir de observaciones en pacientes adultos que sufrieron y adquirieron este déficit, se debe dejar en claro que tales modelos no son aplicables para comprender un problema en el desarrollo. Los neuropsicólogos que tienen experiencia tanto con pacientes adultos que perdieron su habilidad para leer y con niños que están presentando problemas para aprender a leer saben que esas dos condiciones no son comparables. Los problemas en adultos con alexia no son del todo observables en los niños que tienen dificultades para aprender a leer o a escribir. Por ejemplo, un paciente adulto puede ser capaz de leer un texto en voz alta y no comprender una sola palabra de las que va leyendo. Otro paciente puede escribir un texto pero ser incapaz de leer lo que acaba de escribir. Esto no se observa en población infantil.

Así, en este escrito estamos hablando acerca de un déficit específico y claro en el **aprendizaje** de la lectura y la escritura a pesar de tener un tránsito convencional en la escuela, suficiente inteligencia y un ambiente socio-cultural adecuado. En esta definición existe un supuesto implícito de normalidad general y una ejecución específica en tareas de lectura y escritura que se entrevé como discrepante en comparación a otros logros cognitivos. Al considerar la capacidad mental general de estos niños se puede hablar de un déficit inesperado. Esto explica la incógnita de padres y maestros y la creencia que se ha tenido por mucho tiempo, de que se trata de un retraso o bien el señalar de manera general a la escuela como causa de las dificultades en estos aprendizajes.

Las dificultades de lectura se muestran ellas mismas, como una extrema lentitud, fluidez laboriosa, múltiples y variados

errores en la lectura así como una inadecuada comprensión de lo que es leído. Como ya lo mencionamos, estas dificultades son lo más frecuente co-ocurrentes con problemas ortográficos. Por otro lado, las dificultades de escritura pueden estar presentes sin problemas de lectura. Así, la clasificación internacional de enfermedades de la Organización Mundial de la Salud ICD-10 (World Health Organization [WHO], 1993) diferencia entre un trastorno específico de lectura (F81.0) y un trastorno específico de ortografía (F81.1). Bajo este F81 **Trastornos específicos del desarrollo de habilidades académicas** también se encuentran el “trastorno específico de habilidades aritméticas (F81.2)” (también conocido como discalculia del desarrollo), el cual con frecuencia se encuentra en los niños que presentan DD¹, el “trastorno mixto de las habilidades académicas (F81.3)”, “otros trastornos de habilidades académicas (F81.8) y “trastorno del desarrollo de habilidades académicas, inespecífico (F81.9)”. Estas últimas categorías proporcionan una cierta ayuda diagnóstica ante muchas facetas diferentes de las dificultades académicas en niños con inteligencia normal. Es importante destacar que las dificultades de habla y de lenguaje se categorizan de manera separada (F.80), aun cuando parece existir una cercana conexión entre los trastornos de la lectura y la escritura y los problemas en el desarrollo del lenguaje. Por su parte, la American Psychiatric Association (2003), en el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-IV-TR) presenta una taxonomía semejante de los **trastornos del aprendizaje** y los divide en trastorno de la lectura, trastorno del cálculo, trastorno de la expresión escrita y trastorno del aprendizaje no especificado.

Para alguien que sabe leer, las dificultades de una persona con DD son casi imposibles de comprender; si se aprendió a leer, uno no puede evitar que ante la percepción de cualquier tipo de ensamblaje de letras en una lectura se busque realizar ésta de modo interpretativo. Una cierta comprensión de las dificultades puede lograrse al observar un niño preescolar tratando de dar sonido a una palabra escrita. Aun siguiendo a un niño con desarrollo normal resulta obvio que es un proceso que requiere de mucha práctica. Así, nos damos cuenta de que aprender a leer puede ser una experiencia que requiere de muchos ensayos para cualquier niño.

Los expertos en pedagogía por mucho tiempo han observado que entre más estresante sea esta experiencia mayor es el peligro de que el niño evite leer hasta el grado de desarrollar una ansiedad extrema relacionada con la escuela dado que leer y escribir es una parte importante de la instrucción escolar. Esto explica el porqué el desempeño académico de los niños con DD no solo está por debajo del de sus compañeros sino que la distancia entre las trayectorias de las habilidades académicas se amplía a través del tiempo, a menos de que se realice un mayor esfuerzo explícito para mejorar sus habilidades de lectura (Francis, Shaywitz, Stuebing, Shaywitz, & Fletcher, 1996). Mientras que los primeros estudios sobre intervención en un contexto escolar adolecían de problemas metodológicos, los recientes hacen énfasis en la conclusión antes citada de un desarrollo anormal, haciendo insostenible la creencia por mucho tiempo aceptada de un retraso como la causa de la DD.

De igual forma, estudios que utilizan técnicas de imagenología tales como resonancia magnética funcional (IRMf) y la

espectroscopía de infrarojo cercano (NIRS, en inglés) apoyan la idea de una anomalía en el proceso de desarrollo del sistema nervioso central. Esta postura es también apoyada por los resultados observados en adultos con DD los cuales fueron estudiados a través de la tomografía por emisión de positrones (PET, en inglés), una técnica que emplea marcadores radioactivos de la activación cerebral, a través de la cual aparece que los patrones de la actividad cerebral durante tareas relacionadas con la lectura difieren entre los lectores normales y aquellos que presentan DD (Shaywitz et al., 2007). Y más importante aún, en los niños de edad escolar y en adultos que mejoraron sus habilidades de lectura a través de terapia, se mostró que los patrones de activación permanecían diferentes de los de los lectores normales (Eden et al., 2004; Pugh et al., 2000; Shaywitz et al., 2002; Shaywitz et al.) En otras palabras, los estudios aquí citados muestran no sólo la existencia de una anomalía en el funcionamiento cerebral a la base de la DD sino que la terapia no conlleva a la normalización de los procesos cerebrales que se consideran subyacentes a la lectura. Más bien, las mejoras en la lectura aparentemente se realizan a través de estrategias alternas. Sin embargo, al parecer la edad a la que se realiza la intervención terapéutica parece jugar un papel importante dado que se ha encontrado que los patrones de activación cerebral en los niños más pequeños después de mejorías en el desempeño lector se asemejan a los observados en niños lectores típicos (Aylward et al., 2003; Meyler, Keller, Cherkassy, Gabrieli, & Just, 2008; Richards et al., 2007; Shaywitz et al., 2004).

Un primer paso para tratar de identificar la causa de la DD es, claro está, fijarse en los

síntomas tanto al leer como al escribir. Algunos de los siguientes déficits aparecen con gran frecuencia:

1. *Dificultades de lectura*

- Lectura lenta.
- Inicio lento, largos periodos de titubeos.
- Pérdida del lugar dónde se está leyendo.
- Omisión, remplazo, inversión o adición de una palabra o parte de una palabra
- Fraseo incorrecto.
- Cambio de palabras en las oraciones o de letras en las palabras.

2. *Errores ortográficos*

- Errores en el sonido (fonológicos).
- Correspondencia letra-sonido insegura e inestable.
- Errores en la secuenciación (intercambio de letras en las palabras).
- Omisión de letras o partes de palabras.
- Inserción de letras incorrectas o partes de palabras.
- Inversión de letras en las palabras (b-d, p-q).
- Errores en el manejo de las reglas de ortografía incluyendo el uso de mayúsculas.
- Dificultades para memorizar.
- Inconsistencia en los errores.

Es importante destacar que no existe un error que tipifique la DD. Los errores varían tanto en cada individuo como entre individuos. En otras palabras, cada persona con DD es diferente. Lo anterior no es sólo es cierto con respecto a los problemas de lectura y escritura, sino que también con relación a otros déficits del desarrollo asociados. Si uno escucha a los padres y a las personas con DD, especialmente cuando asisten a las reuniones escolares o en los grupos de apoyo, siempre se habla acerca de otras anomalías "típicas". De hecho, los pacientes con DD con frecuencia presentan, por ejemplo, problemas

atencionales así como déficits preceptuales y sensorio-motores. Aquí de nuevo hay muchas excepciones tanto en el tipo como en el grado de tales problemas adicionales.

Tales comorbilidades, así como los diversos tipos de errores de lectura y escritura, han propiciado la clasificación de la DD en subgrupos. La identificación de tales subgrupos pudiera ser, claro está, de gran importancia tanto para identificar las causas de la DD como para escoger la terapia apropiada. Sin embargo, un buen número de estudios han demostrado que existe más traslape entre los grupos que diferencias entre ellos. Así, múltiples causas, diferentes grados de expresión, varios factores de desarrollo y probablemente la interacción entre ellos es lo que crea esta diversidad (Ramus, 2003). Lo anterior naturalmente conlleva a que el diagnóstico sea muy amplio con el objetivo de especificar debilidades y fortalezas en las áreas cognitivas, emocionales y sensorio-motrices de cada niño en el que se sospecha la presencia de DD.

Más aún, si bien la DD es común a todas las lenguas se consideran posibles variaciones de acuerdo a las características de su sistema de escritura. Estas variaciones pueden ser evidentes en la prevalencia, severidad, tipología y dominios neuropsicológicos involucrados. Así, en los sistemas de escritura de tipo alfabético, es decir, aquellos que representan el sonido a través de una relación grafema – fonema – grafema, se han identificado diferentes características que pueden incidir en la expresión de la dislexia. De estas características, las más estudiadas son el grado de transparencia – opacidad en la relación grafema – fonema – grafema, las características silábicas y la presencia del acento gráfico o tilde. Se habla de un

sistema de escritura transparente cuando los grafemas y los fonemas guardan una relación unívoca es decir, cuando un grafema representa un solo y siempre el mismo fonema a la vez que un fonema es representado siempre por el mismo grafema; por ejemplo, en español el fonema /m/ siempre es representado por el grafema M. Los sistemas de escritura se distribuyen dentro de una continua transparencia – opacidad. Se considera que el español es transparente para leer dado que la relación unívoca grafema – fonema es del 83% y menos transparente para escribir puesto que la relación unívoca fonema – grafema es del 43% (Leal & Matute, 2001); de ahí que resulte en español más fácil leer que escribir. Las características de las sílabas son otro atributo de la lengua que facilita o complica su representación gráfica. En español, el mayor número de sílabas es simple, consonante – vocal (Moreno, Torre, Curto, & de la Torre, 2008). Finalmente, está el acento gráfico. El uso de éste varía a través de las lenguas. En español, el acento gráfico se utiliza principalmente para marcar la sílaba tónica en palabras con un patrón de acentuación no dominante. La identificación de la sílaba tónica es esencial para la comprensión de las palabras durante la lectura (Gutiérrez & Palma, 2004). De ahí que la identificación de la sílaba tónica a través del acento gráfico en palabras con un patrón de acentuación no dominante sea relevante para el lector. Existen otras características como la granularidad y la morfología que han sido menos atendidas. Estudios de la DD en diferentes lenguas facilita la comprensión de la universalidad de este trastorno.

Por ejemplo, una descripción breve de las características de los déficits cognitivos de los niños con DD, fue precisada a través de un estudio realizado en niños de 3º y 4º de

primaria de varias regiones escolares en el suroeste de Alemania en el que se contrastó el desempeño de los niños disléxicos con el de niños control en el NEPSY. En éste se demuestra que el

tamaño del efecto de pertenencia a un grupo (DD vs Control) fue mayor en las tareas de procesamiento fonológico, denominación rápida y atención visual (Figura 1, modificada de Blender, 2004).

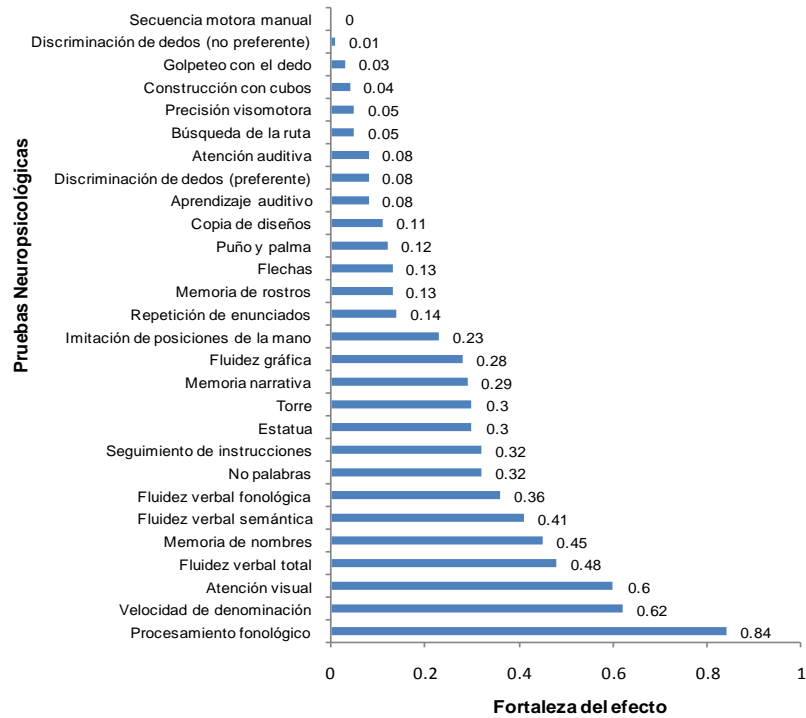


Figura 1. Fortaleza del efecto de las diferencias reportadas (valores absolutos) entre niños alemanes lectores típicos y disléxicos.

Resultados similares fueron obtenidos en un estudio realizado en niños mexicanos de Guadalajara (Aguilar Isaías, 2006) (Figura 2). En ambos estudios los niños con DD fueron comparados con niños lectores típicos pareados por edad, género y CI. En estas comparaciones los niños con DD mostraron una ejecución significativamente más baja en varias áreas cognitivas: tal y como se ha encontrado en estudios realizados en diferentes partes del mundo, los niños alemanes y los mexicanos mostraron un mayor déficit en las tareas de procesamiento fonológico; por ejemplo, en la percepción, discriminación y

manipulación de sonidos del habla. No obstante, además de estos déficits fonológicos, dos tercios de los niños mostraron puntuaciones bajas en tareas relacionadas con tres o más áreas funcionales. Los déficits más frecuentes se ubicaron en las pruebas de atención visual y auditiva, memoria de textos, comprensión de instrucciones y velocidad de procesamiento; específicamente, en la denominación automatizada rápida, fluidez verbal y gráfica así como en el aprendizaje de asociaciones intermodales visual-verbal. En otras palabras, las áreas funcionales involucradas incluyen atención, funciones

ejecutivas, lenguaje, memoria operativa o de trabajo y aprendizaje. Además, se observaron déficits en el procesamiento visuo-espacial. Llama la atención – y consideramos que esto es un hallazgo muy importante – que no se encontrara una correlación entre el número de áreas afectadas y el desempeño escolar ni tampoco entre las primeras y el índice general de habilidad cognitiva, medido este último a través de una prueba de inteligencia. Lo anterior sugiere que el grado del déficit disléxico no puede ser

explicado simplemente adicionando varios déficits cognitivos. Aquí otra vez, podemos concluir en congruencia con la investigación sobre DD de la última década, que un problema en la conciencia fonológica es el núcleo de este déficit. Las otras debilidades cognitivas pueden ser consideradas como comorbilidades, que de hecho tienen alguna influencia moduladora del desarrollo de las habilidades de lectura y escritura así como del comportamiento en general. Ellas deben por lo tanto, también ser incluidas en la planeación de una terapia individualizada.

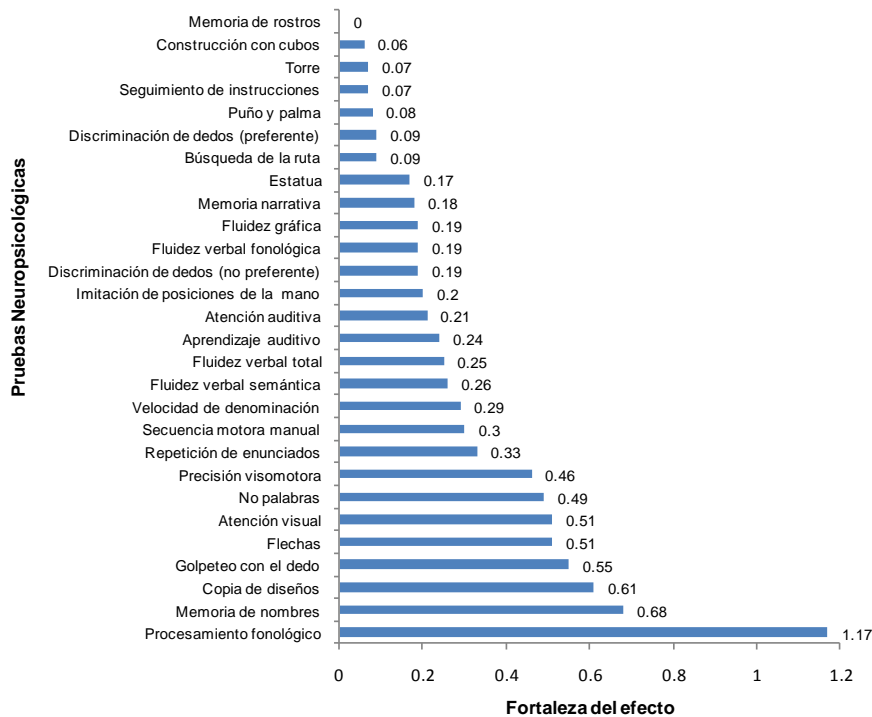


Figura 2. Fortaleza del efecto de las diferencias reportadas (valores absolutos) entre niños mexicanos lectores típicos y disléxicos.

De hecho, hallazgos similares son reportados en el estudio realizado por Medrano, Matute y Zarabozo (2007) en el que a través de la Evaluación Neuropsicológica Infantil –ENI (Matute, Rosselli, Ardila, & Ostrosky, 2007) encuentran que el grupo de niños disléxicos

y el control pareado por edad, grado escolar, género y tipo de escuela, difieren en las tareas de lenguaje, habilidades constructivas, escritura, habilidades conceptuales y sobre todo en habilidades metalingüísticas. Dentro de éstas, destaca además del déficit en la conciencia

fonémica, una importante diferencia en la tarea relacionada con la noción de palabra, dato que invita a indagar con mayor profundidad las características de las habilidades metalingüísticas en general en los disléxicos y no sólo las de las habilidades fonológicas.

Finalmente, es importante destacar que la mayoría de los niños con DD muestran signos de retraimiento social en más de un ambiente y no solo en el contexto escolar.

Explicaciones causales de la dislexia del desarrollo

La investigación científica sobre la dislexia se ha intensificado a través de las últimas décadas, aun antes de que las nuevas técnicas de neuroimagen entraran en el área, y con ello, las hipótesis explicativas de la DD han proliferado. Existen diversas explicaciones causales de la DD; algunas de ellas fueron importantes en algún momento en el pasado, pero los resultados de las investigaciones no han podido, en muchos casos, demostrar su validez. Por desgracia, debido a limitantes espaciales, no podemos detallarlas todas aquí, como es el desarrollo de una lateralidad incompleta, o una interacción interhemisférica disminuida o hiperintensiva, o una anomalía del cuerpo calloso (la conexión de fibras nerviosas más prominente entre los dos hemisferios). A continuación esbozamos aquellas que han tenido mayor divulgación.

· Déficits de la percepción visual – la teoría magnocelular de la DD

Hacia finales del siglo XIX, los oftalmólogos descubrieron la notable dificultad para aprender a leer en niños normalmente inteligentes, y ellos compararon este déficit con la “ceguera verbal” descrita por Adolf Kussmaul en adultos cerebro lesionados

(Kussmaul, 1877). Llama la atención que estos oftalmólogos siguieran a Kussmaul, ya que él no consideraba que la causa de este déficit fuera visual. No obstante, más de cien años después, los problemas visuales continúan siendo postulados como causa de la DD y terapias visuales de varios tipos se han propagado. Éstas incluyen ejercicios de movimientos de los ojos, así como el uso de diferentes tipos de lentes correctivos, lentes de colores y hasta intervenciones quirúrgicas semejantes a las realizadas para corregir el estrabismo. La mayoría de estas terapias van más allá de lo que pueda tener apoyo científico. Derivado de lo anterior, la mayoría de las organizaciones científicas relacionadas con la DD han declarado su inutilidad. Entre otras, la Academia Americana de Pediatría y Oftalmología Pediátrica así como la Asociación Americana de Ortopistas Certificados consideró necesario publicar una declaración en la que señalaba que aun cuando pudieran existir casos individuales con problemas visuales mientras leían; por ejemplo, hipermetropía, problemas de vergencia (movimientos de los ojos hacia adentro para enfocar un estímulo presentado cerca) o movimientos anormales de los ojos, estas dificultades, sin embargo no pueden ser consideradas como causales de la DD. Se recomienda que todos los niños con DD sean vistos por un especialista de los ojos pero, cualquier intervención correctiva debe ser limitada a aquellas recomendadas para cualquier niño lector típico (American Academy of Pediatrics, Section on Ophthalmology, Council on Children with Disabilities, American Academy of Ophthalmology, American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus, & American Association of Certified Orthoptists, 2009).

Una teoría sobre la DD con apoyo en la fisiología cerebral relacionada específicamente con aspectos visuales asume un déficit en el sistema magnocelular, la teoría magnocelular de la DD. Diferentes rutas pueden ser identificadas de la retina en el ojo hacia varios puntos de la vía visual hasta alcanzar la corteza visual. Entre otros, pueden distinguirse un sistema magnocelular (que involucra células grandes) y otro parvocelular (con células pequeñas). Se considera que el primer sistema procesa los estímulos visuales que cambian con rapidez. El segundo, el parvocelular, está especializado para procesar estímulos más lentos y colores así como para el análisis de detalles finos. A través de investigaciones con humanos, se ha observado que la diferencia entre estos dos sistemas se reduce con frecuencia a un sistema magnocelular con una mayor resolución temporal y otro parvocelular con una mayor resolución espacial. Esta simplificación que busca la operacionalización de definiciones para la experimentación presenta un problema; en la experimentación animal, las divisiones múltiples y complejas del sistema visual pueden ser vistas claramente por ejemplo, a través del registro de células individuales. De lo anterior se puede esperar un sistema visual igualmente complejo en el hombre. No obstante, no sabemos cual de estos subsistemas participa en actividades propias del hombre tales como la lectura.

La conexión hacia la DD está hecha vía otros supuestos para los cuales hasta ahora no se ha encontrado soporte científico. Así, se asume que la división del trabajo como se ha encontrado para la visión existe de igual forma para otros sistemas sensoriales, especialmente en el dominio de la audición. Tal y como lo es para la visión, se sospecha

de un déficit magnocelular en el sistema auditivo especializado en la discriminación de los sonidos con cambios rápidos. Tales cambios rápidos en los sonidos son especialmente importantes para la discriminación del inicio de las sílabas, por ejemplo para distinguir entre /ba/ y /pa/.

Aun cuando existe esta situación contradictoria en la teoría magnocelular, de todas formas hay hallazgos que la apoyan. Esto está especialmente relacionado a hallazgos neuropatológicos, los cuales de hecho no son totalmente convincentes. Estos hallazgos se basan en investigaciones post-mortem en cerebros de adultos en los que se supone presentaron DD. En estos cerebros, las células de áreas del tálamo que pertenecen al sistema visual magnocelular se encontraron reducidas en tamaño, lo que para los investigadores sugiere ser prueba de un déficit en este sistema visual en particular. Uno de los problemas con este estudio (Galaburda, Sherman, Rosen, Aboitiz, & Geschwind, 1985) es, que ningún dato válido fue dado sobre las características neuropsicológicas de las personas cuyo cerebro fue analizado. Aun cuando aceptemos que estas personas si habían padecido DD, tan sólo se cuenta con dos correlaciones; una de ellas basada en los estudios comportamentales mencionados anteriormente entre los déficits en algunas pruebas de procesamiento temporal visual (asumiendo una participación magnocelular) y las dificultades de lectura; la otra posible correlación es entre un déficit anatómico y DD que no puede ser probada a través de la estimación de la probabilidad. Aun cuando resultaran ser correlaciones significativas, éstas no son prueba de una relación causal.

· *Problemas en la velocidad de procesamiento*

Como se ha dicho anteriormente, la teoría magnocelular hace alusión a diferencias en la velocidad y calidad del procesamiento visual en pacientes con DD. Existen otras teorías que como una explicación de la DD hacen referencia a déficits en la velocidad de procesamiento en general, independientemente del sistema específico tal y como lo hace la teoría magnocelular. Estas ideas se derivan parcialmente de la investigación inicial del trastorno de lenguaje tanto en adultos como niños y parcialmente, de la investigación animal sobre plasticidad cerebral.

Hace varias décadas se describió que las personas con alteraciones de lenguaje necesitaban de pausas más largas entre dos estímulos acústicos para ser capaces de decir si escuchaban uno o dos estímulos (Tallal & Piercy, 1975). A través de la psicofísica se ha conocido desde hace ya mucho tiempo, que las funciones perceptuales se pueden mejorar con la práctica, y en estudios de células aisladas en experimentación animal se ha podido verificar que las representaciones corticales pueden cambiar con el entrenamiento en una modalidad en particular. Por ejemplo, las representaciones de los dedos en la corteza somato-sensorial de los monos puede cambiarse a través de la práctica en la discriminación táctil. De igual forma, un entrenamiento en la discriminación auditiva conlleva a cambios en el mapeo de frecuencias en la corteza auditiva. Un ejemplo ligado a lo anterior sería que una otitis recurrente o crónica durante la niñez temprana afectaría la calidad de la percepción auditiva que conllevaría a cambios plásticos adaptativos en la corteza auditiva de los niños afectados con este padecimiento. Así, la discriminación de

señales acústicas al tratar de discriminar los sonidos del habla puede ser reducida al grado de llegar a ser sólo posible la diferenciación entre sílabas, pero no entre los fonemas dentro de la sílaba. En este sentido, estos niños pudieran desarrollar serios problemas para aprender a equiparar adecuadamente las representaciones fonémicas con las alfabéticas (Merzenich, Schreiner, Jenkins, & Wang, 1993). Una conclusión lógica de estas ideas sería solicitar un reentrenamiento cortical, aquí otra vez, utilizando los principios de plasticidad cerebral del aprendizaje como una intervención terapéutica para la DD.

· *Conciencia fonológica y procesamiento cognitivo en la lectura*

Por fortuna, con la identificación de problemas fonológicos, nos estamos acercando a la idea de déficits subyacentes como causa de la DD, aun cuando, como se indicó antes, muchos otros factores interactúan y contribuyen en la expresión de este trastorno. Y claro está, deben existir otros déficits aun más básicos subyacentes a las dificultades fonológicas (ver el apartado anterior y Ahissar, 2007).

La conciencia fonológica ha sido definida como una habilidad metalingüística que permite identificar, pensar en, o manipular los sonidos del lenguaje oral (Torgesen, 1995). A través de esta habilidad reconocemos al lenguaje como divisible y podemos realizar tareas que involucren la manipulación de elementos lingüísticos sin significado dentro de una palabra. Estos elementos pueden ser la sílaba, el inicio, la rima o el fonema; de ahí que se hable de conciencia silábica, conciencia intrasilábica o conciencia fonológica. Así, diversos autores ubican el déficit principal de la dislexia en la dificultad para hacer representaciones precisas de los sonidos

del habla. Goswami (2003) le llama la "hipótesis de las representaciones fonológicas". Dicho déficit se encuentra presente independientemente de la lengua o del sistema ortográfico; sin embargo, la manifestación de este déficit puede variar de acuerdo con las características del sistema ortográfico. Los déficit en la conciencia fonémica que se observa en niños con dificultades en la lectura parecen ser más severos y permanentes en casos de los sistemas de escritura poco consistentes u opacos (Goswami, 2002).

· *Doble déficit: en la percepción de estímulos breves y rápidos/en la memoria a corto plazo y operativa*

Uno de los enfoques nuevos que debe ser descrito aquí para demostrar como se puede combinar un trabajo con solidez científica y el pensamiento ingenioso para desarrollar hipótesis nuevas que pueden ser comprobadas, es el que incluye la idea de la combinación dos de los déficits observados en los pacientes con DD; la ya mencionada dificultad para procesar estímulos sensoriales breves y rápidos y, el problema en la memoria a corto plazo y en la memoria operativa o de trabajo. Este último se ha encontrado de manera repetida en los perfiles cognitivos de los niños con DD, cuando tales perfiles son establecidos a través de una evaluación neuropsicológica apropiada. Se ha propuesto que el primero es causante del déficit perceptual ya mencionado. La idea que subyace a esta conexión se refiere al llamado efecto de anclaje de la psicofísica, que ayuda durante la estimulación sensorial repetida a delimitar el rango de los estímulos y a detectar la relación entre ellos. Lo anterior permite una discriminación más rápida y exacta entre los estímulos. Se propone que en los pacientes con DD, el anclaje no se lleva a cabo debido al déficit

en la memoria presente en ellos. Cada nueva estimulación llega a un sistema perceptual completamente abierto, pudiéramos decir naif, no especializado. En otras palabras, estos niños no logran aprender de la experiencia sensorial precedente.

Para matizar el alcance de esta predicción catastrófica de los problemas para ciertos aprendizajes, este autor señala un posible lado positivo en el efecto de este déficit particular en la memoria: Él especula que mientras los pacientes con DD pueden ser menos dirigidos, menos enfocados y más lentos en sus percepciones, la imparcialidad difusa hacia nuevas impresiones pueden quizás ayudarlos a ser más creativos (Ahissar, 2007).

Sin embargo, debemos ser muy cautelosos con tales intentos de convertir una inhabilidad en un indicador de talento. La mayoría de las veces se considera más bien que la naturaleza no es justa y no se logra compensar una afectación. Sin embargo, lo más frecuente es que 'repere' los problemas, especialmente cuando su origen está en el desarrollo. Compensaciones asombrosas se logran aun en inhabilidades severas y son lo más frecuente a través de un trabajo arduo e implacable del individuo con el apoyo del ambiente. De manera semejante, uno puede desconfiar de los intentos para clasificar las celebridades y personas exitosas como disléxicos. De hecho, no ayuda en nada el intentar brindar una esperanza asociando una chispa de ingenio a la DD. No hay ninguna evidencia de que Einstein presentara DD. La construcción de mitos, como es común en varias páginas web de Internet, no es necesaria, ya que existen muchos ejemplos reales de personas de nuestro tiempo, que con

mucho éxito llevan su vida a pesar de presentar DD.

Hallazgos neuropatológicos

Existen otros datos neuropatológicos, además de los relacionados con la teoría magnocelular de la DD señalados anteriormente en este texto, que apoyan la idea de un inadecuado funcionamiento del desarrollo cerebral (Galaburda, Menard, & Rosen, 1994). Así, en cerebros adultos de pacientes con DD se han encontrado otras anomalías; principalmente, se han reportado regiones aisladas de células corticales, llamadas ectopias, que se deben a trastornos de migración. Normalmente, las células recién formadas migran a un lugar específico en una de las capas de la corteza donde, en interacción con el tejido circundante, se diferenciarán en neuronas funcionales específicas. Las ectopias se forman por células que no alcanzan su destino. Por el contrario, se detienen en algún lugar en su camino y no logran conectarse. Dado su aislamiento permanecen sin funcionar o, sin una función normal; de hecho, las ectopias se convierten en ocasiones en una fuente de actividad epiléptica. Lo interesante de todo esto es que algunos de los resultados más convincentes de las investigaciones realizadas sobre aspectos genéticos de migración celular indican la existencia de un loci, que se considera que está involucrado en el control de la migración neuronal (i.e., Gabel, Gibson, Gruen, & LoTurco, 2010). Estos resultados pudieran apoyar la idea de que la DD es el resultado de una alteración con base genética del desarrollo cerebral temprano. Dado el involucramiento de diversos loci genéticos, diversas áreas cerebrales y de ahí, diversas áreas funcionales pudieran estar afectadas. Además, una variabilidad en la penetrancia

o en la expresividad pudiera explicar la variedad típica de las formas en las que se manifiesta la DD. No obstante, la comprensión de los aspectos genéticos de la DD no ha llegado tan lejos para aceptar estas ideas como un dato sólido. De hecho, no se tiene a la fecha índices de una mutación específica, sin la cual no es posible una identificación genética inequívoca y definitiva de un trastorno específico.

· Funcionamiento cerebral y déficit en las habilidades fonológicas

Conforme a esta postura es de esperarse una deficiencia en las funciones del hemisferio izquierdo involucradas en los procesos relacionados con el habla y la lectura. Es legítimo en este punto referirnos aquí también a los hallazgos de los estudios realizados en personas cerebro-lesionadas que adquirieron un trastorno de lectura y de escritura después de haber tenido un aprendizaje normal de ellas. En estos estudios, tres regiones críticas y sus interconexiones funcionales han sido identificadas. La identificación de estas regiones ha apoyado los estudios de neuroimagen realizados en personas con DD (Figura 3). Existen dos áreas corticales posteriores, una dorsal y otra más ventral, así como una región frontal. El área dorsal posterior se localiza en el giro angular y en el giro supramarginal de la corteza parieto-temporal. Su función está asociada con el análisis de las palabras. La zona ventral posterior se ubica en la región posterior del giro fusiforme en la transición de la corteza occipital a temporal. Se presume que su función es el reconocimiento visual de la forma de las palabras. La tercera región, ubicada en el cortex frontal, se localiza aledaña al área de Broca en zona inferior del lóbulo frontal izquierdo. Pacientes con lesiones en esta parte de la corteza

muestran un lenguaje escaso y difícil, sin artículos ni palabras gramaticales o situacionales (estilo telegráfico). Ellos también tienen dificultades para apreciar las relaciones gramaticales entre las palabras dentro de una oración. Especialmente la lectura en voz alta es deficitaria así como

ciertos aspectos de la comprensión textual. Se asume que estas tres áreas están íntimamente interconectadas y tienen también múltiples conexiones con otros sistemas cognitivos tales como aquellos involucrados en las funciones mnésicas.

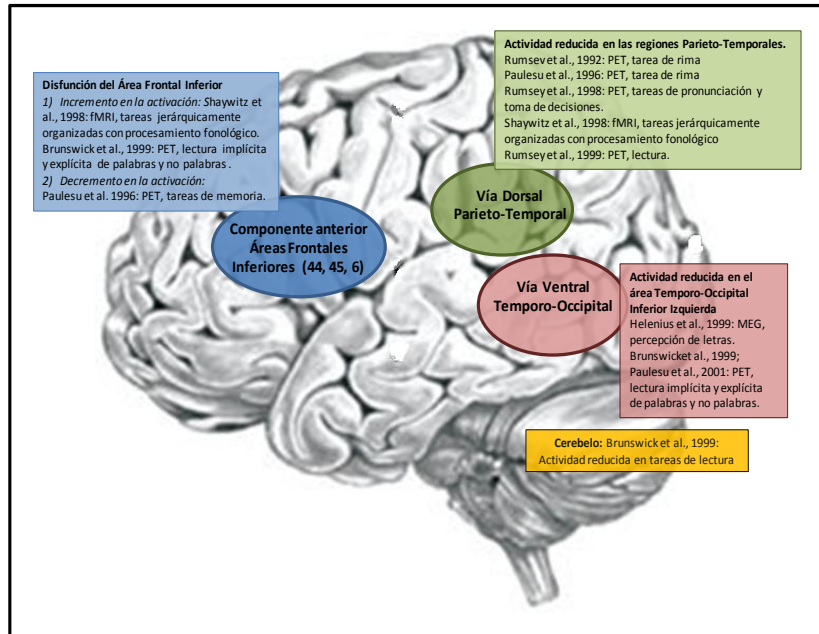


Figura 3. Vías y componentes cerebrales implicados en la lectura. Resultados obtenidos en estudios de neuroimagen en adultos con dislexia (Modificado de Démonet, Taylor, & Chaix, 2004).

Es de interés destacar que la localización de estas tres áreas críticas alrededor de la cisura de Silvio del hemisferio izquierdo coincide con algunos de los hallazgos neuropatológicos. De hecho, la mayoría de las ectopias descritas en los cerebros de pacientes con DD (de las que hablamos en el apartado anterior) fueron encontradas en la región perisilvina izquierda.

Para tratar de comprender cómo el aprendizaje de la lectura se ve afectado por el funcionamiento anómalo de estas regiones, esbozaremos cómo se asume su participación en el aprendizaje típico. Al

inicio, el análisis de las palabras para identificar las asociaciones individuales letra-sonido se realiza en las regiones cerebrales posteriores. Al aumentar la experiencia, las palabras son reconocidas como entidades globales, sin tener que reconocer en ella de manera sucesiva cada letra individual. Sólo cuando se confronta con nuevas palabras desconocidas o con palabras artificiales sin significado (pseudopalabras) el lector tiene que regresar al uso de un sistema analítico.

La Figura 3 muestra de manera esquemática la representación de las tres

áreas del hemisferio izquierdo (óvalos) que de manera crítica están involucradas en la lectura. En los cuadros, se resumen los resultados de estudios imagenológicos realizados en adultos con dislexia. En general, una activación reducida fue encontrada en las áreas posteriores. Especialmente en las regiones dorsales posteriores. Tanto a través de estudios utilizando tomografía por emisión de positrones (PET) como resonancia magnética funcional (IRMf) se han encontrado correlaciones con el nivel de la habilidad de lectura: en lectores normales esta correlación resultó positiva y en personas con DD fue negativa. Para la región posterior ventral, los resultados de la IRMf no fueron del todo claro. Sólo a través de la PET fue encontrada una activación reducida (Brunswick, McCrory, Price, Frith, & Frith, 1999; Paulesu et al., 2001).

Con relación a éstos o a otros estudios similares se debe guardar en mente, que las tareas empleadas en los tomógrafos contenían sólo aspectos parciales involucrados en la lectura. Por ejemplo, reconocimiento de la rima entre palabras o letras. En otras palabras, si en personas normales, en comparación con aquellas disléxicas, el “área de lectura” dorsal posterior mostró niveles más altos de activación, no podemos concluir que los lectores típicos utilizan más esta área para la lectura que los lectores con dificultades. Quizás, lo que podemos asumir es que esta área está involucrada en el análisis fonológico del habla y que un nivel más bajo de activación debe estar asociado con una ejecución fonológica reducida.

Los datos concernientes a las activaciones de la corteza frontal no son del todo coincidentes e incluyen indicaciones de un involucramiento del hemisferio derecho;

algunos estudios reportan una reducción de la activación de las regiones frontales en personas con DD en comparación con lectores típicos (Paulesu et al., 1996); otros encuentran que la activación aumenta (Brunswick et al., 1999; Shaywitz et al., 1998). Ambos resultados han sido interpretados como reflejo de un defecto en el sistema: la disminución como un déficit en el nivel de funcionamiento apropiado de la actividad, el aumento de la activación como un esfuerzo compensatorio. Aquí, observamos un problema típico en la interpretación de los datos obtenidos a través de estudios de neuroimagen; es decir saber con precisión que significa una activación en los PET o IRMf en término de funciones cerebrales. La correlación con la activación neuronal se ha demostrado como convincente, y hay poca duda acerca de la asociación entre la actividad neuronal y el aumento en la demanda de sangre en las regiones activadas. No obstante, no puede ser del todo determinado a partir de estos datos si que la actividad neuronal es una parte excitatoria o inhibitoria del sistema cerebral funcional. Así, existe peligro de que las explicaciones post-hoc puedan inclinarse hacia una postura en particular.

Con el aumento en el número de estudios realizados en niños se podrá llegar a una mejor comprensión. Esto es en especial para la investigación sobre los cambios en la actividad cerebral temprana en niños tan pequeños como de 6 años expuestos a la instrucción sobre la lectura (Brem, et al., 2010). También, las investigaciones longitudinales a largo plazo son muy ilustrativas: por ejemplo, se ha encontrado en los niños con DD que conforme aumenta la edad, se incrementa la activación frontal izquierda y derecha ante una tarea de rima (Shaywitz et al., 2007). Este hallazgo ha sido interpretado como un indicador de una

compensación de los sistemas posteriores deficitarios. Por otra parte, en otros estudios realizados también con niños (Shaywitz et al.), no se ha evidenciado una reducción de la activación posterior, contrario a lo que se ha descrito en adultos con DD. Con un vistazo más cercano a los cambios en la activación cerebral relacionados con el desarrollo después de recibir estimulación específica, no se ha encontrado un desplazamiento de la activación hacia delante (áreas frontales) del hemisferio izquierdo, como se esperaría, sino que el desplazamiento es hacia áreas centrales del hemisferio derecho. Ante estos hallazgos, los investigadores concluyeron que la anomalía no se ubica dentro de una región en particular sino que más bien es debido a una conexión deficiente entre las áreas críticas. Todos estos resultados aunque tentadores, deben ser tomados con cautela dado que hay que considerar la existencia de problemas resultantes de la comparación entre diversos estudios de neuroimagen, en los cuales debido a su pobre resolución temporal se analizan diferentes ventanas de tiempo así como diferentes puntos en el tiempo utilizando técnicas variadas para escoger un índice que refleje un evento de un milisegundo de duración en un proceso metabólico subyacente el cual en realidad se toma hasta 12 segundos.

No es posible discutir aquí todos los problemas técnicos y teóricos de las técnicas de neuroimagen, ni tampoco hay espacio para presentar un meta-análisis detallado de los resultados de la literatura existente a la fecha la cual de hecho es bastante extensa. Sin embargo, uno puede decir sin riesgo que hasta ahora, la mayoría de las ideas de los neuropsicólogos y lingüistas acerca de los procesos cognitivos involucrados en la lectura (y escritura) han

encontrado mayor apoyo en los resultados obtenidos a través de los nuevos métodos de neuroimagen, pero éstas no han proporcionado cambios nuevos revolucionarios de estos modelos.

· *Hemisferios cerebrales y lectura*

Dentro de una perspectiva algo diferente, existe investigación sobre las estrategias de lectura diferentes del hemisferio izquierdo en comparación con las del hemisferio derecho y un desplazamiento del procesamiento derecho hacia el izquierdo durante la adquisición normal de la lectura. Por desgracia, los reportes sobre aplicaciones exitosas de intervenciones terapéuticas dirigidas hacia el detrimento de la estrategia de lectura del hemisferio derecho para corregir el desplazamiento prematuro de la estrategia de lectura del hemisferio izquierdo, ha fracasado fuera de los laboratorios del autor original (Bakker, 2006) y de los de sus estudiantes (i.e., Smit-Glaudé, van Strien, Licht, & Bakker, 2005). El problema principal ha sido que la propuesta original de tipos de niños con DD hemisferio izquierdo y hemisferio derecho no ha podido ser identificada con certeza.

Planeación del diagnóstico y de la intervención terapéutica

Ante todos los hallazgos sobre los problemas subyacentes a la DD, es de esperarse que el diagnóstico de la DD no esté solamente dirigido al trastorno específico en el aprendizaje de la lectura (I) sino que también a detallar un perfil de las fortalezas y debilidades cognitivas y comportamentales en cada niño (II). Además, las condiciones socio-ambientales de la escuela y la familia tienen que ser consideradas. El objetivo es brindar una opinión sobre el problema del niño a todas las personas involucradas y proveer un plan individualizado de intervención. Puede ser

necesaria una consulta al pediatra para un chequeo de posibles condiciones médicas que pueden afectar el desempeño escolar (i.e., diabetes, problemas de tiroides, trastornos de sueño, infecciones crónicas, etc.); una consulta con el oftalmólogo (ante sospecha de una disfunción visual) o el otorrinolaringólogo (ante posibles déficits de oído y habla) también puede ser necesaria.

· *Diagnóstico*

I. *Caracterización del trastorno específico en el aprendizaje de la lectura:*

- Dificultades específicas relacionadas con la escuela.
- Historial escolar, incluyendo entrevistas con padres y maestros.
- Reportes escolares, ejemplos de pruebas escolares y tareas realizadas en casa.
- Pruebas estandarizadas de lectura y escritura, incluyendo pruebas de cálculo y manejo numérico.

II. *Establecimiento del perfil de las fortalezas y debilidades cognitivas y comportamentales*

- Test estandarizados de inteligencia (importantes no sólo para contrastar con los resultados obtenidos de pruebas específicas de lectura y escritura en el niño, sino que también como una referencia global para el clínico).
- Por lo menos parte de una escala de inteligencia no verbal
- Una batería neuropsicológica
- Escalas observacionales y cuestionarios para padres y maestros para describir el comportamiento general, las interacciones sociales y características emocionales (especialmente relacionadas con indicadores escolares de ansiedad, retraimiento social y depresión).
- Dependiendo de los resultados obtenidos en la prueba de inteligencia y

la batería neuropsicológica, otras pruebas específicas, relacionadas por ejemplo, con problemas atencionales, preceptuales, sensorio-motrices, de memoria o ejecutivos pueden ser requeridas.

Para mayor precisión en la evaluación del niño hispanohablante con dislexia remitimos a Matute, Rosselli y Ardila (2010) y Matute, Rosselli, Chamorro y Orozco (2010).

· *Intervención terapéutica*

La intervención que se proponga al niño, es individualizada; es decir, no existe un programa en el mercado que sea adecuado para todos los niños que presenten DD. De igual forma, esta es multimodal, ya que debe ser dirigida a atender los diferentes aspectos que a través de la evaluación se encuentren afectados y puede incluir la orientación a padres o maestros. De manera esquemática podemos precisar cuatro tipos diferentes de intervención que pueden ser seleccionados de acuerdo a los requerimientos de cada niño:

- Terapia neuropsicológica dirigida a las funciones básicas (atención, percepción, funciones sensorio-motrices, lenguaje, etc.).
- Terapia de aprendizaje (conciencia fonológica, conocimiento alfabético, automatización de las asociaciones letra-sonido, reglas ortográficas, etc.).
- Psicoterapia (control de la ansiedad, fortalecimiento de la autoestima).
- Orientación a padres (control comportamental, planeación de las rutinas cotidianas, higiene de sueño; la terapia debe ser dejada en manos profesionales; la tarea de los papás es proveer amor, confianza y apoyo al niño con DD).

Breve descripción del fundamento de la intervención terapéutica

Si bien se ha avanzado de manera considerable en el conocimiento sobre la DD, podemos considerar que todavía no se ha resuelto del todo este enigma. El conocimiento sobre las características de la DD es importante porque ayuda a cambiar ideas de hace tiempo que todavía se encuentran en la voz de muchas personas a la vez que facilita a los niños que la presentan a tener acceso a una adecuada ayuda en forma de terapia y apoyo compensatorio. Con la precisión de los programas de intervención se enfatiza, lo que se ha señalado en repetidas ocasiones, el alto costo de un apoyo inadecuado o de una falta de apoyo tanto para el niño como para la sociedad en general, tanto en términos de sufrimiento humano como de gasto financiero (Esser & Schmidt, 1993).

La intervención puede ser preventiva o terapéutica. Aquí otra vez, los métodos científicos de neuroimagen apoyan los hallazgos sobre la efectividad de varios enfoques terapéuticos. Con relación a cómo escoger entre varios tipos de intervención y cómo aplicarlos, existe un consenso en apoyar al diagnóstico neuropsicológico como plataforma para la toma de tales decisiones. De igual importancia es la supervisión continua y el ajuste individual de las intervenciones basados en la caracterización del perfil cognitivo-emocional del niño, joven o adulto y de los cambios que se observen durante el proceso de intervención, cualesquiera que éstos sean.

La investigación acerca de la terapia de la DD ha hecho énfasis sobre el punto de vista de que si bien no es posible 'curar' la dislexia, si se pueden obtener mejorías importantes. Aún, lo que es más importante

es que estos avances son más significativos mientras más temprano se inicie con la atención. Reportes sobre atenciones realizadas durante los primeros años escolares y en el jardín de niños han mostrado resultados promisorios (Schneider, Visé, Reimers, & Blaesser, 1994; Torgesen et al., 2001). Ahora bien, al extrapolar estos resultados al ámbito clínico, se despliega un abanico de posibilidades para desarrollar medidas preventivas si la predisposición de desarrollar DD puede ser reconocida lo suficientemente temprano. Aquí otra vez, las neurociencias y enfoques neurogenéticos son especialmente promisorios para detectar las causas posibles lo suficientemente temprano para hacer la prevención una realidad (Hoeft et al., 2011). Sin embargo, estamos aún lejos de poder realizar un escrutinio para susceptibilidad de DD económicamente factible y éticamente aceptable.

No obstante, el tratamiento temprano ha mostrado reducir los síntomas a tal grado que aun cuando permanecen las dificultades - principalmente en la fluidez lectora y en la ortografía - la escuela, la formación profesional y los estudios académicos pueden ser completados con éxito. Como lo mencionamos antes, lo más frecuente es detectar la DD durante los años escolares tempranos. Sin embargo, con frecuencia - especialmente si no hay historia familiar de este problema y el niño es inteligente y ambicioso - puede ser que las dificultades escolares persistan por algún tiempo antes de que se detecte la necesidad de ayuda especializada. Dado lo anterior, es importante desarrollar métodos de escrutinio comportamental, especialmente concentrados en el desarrollo de lenguaje y la habilidad para procesar los sonidos básicos del habla. Con

base en la ya probada importancia del procesamiento fonológico, se ha implementado en varios países un entrenamiento temprano en la percepción, discriminación y manipulación de los sonidos del habla para todos los niños que asisten al preescolar. Aun cuando a primera vista parece que este tipo de programas puede ser fácilmente integrado en la educación preescolar, la importancia para realizar esto con la ayuda de personal suficientemente entrenado y calificado no debe ser subestimada. En estos programas, todos los niños del preescolar son incluidos pero se sugiere la búsqueda de un déficit en la conciencia fonológica de manera individual, en cada niño, lo cual no es una tarea fácil. Además, los padres deben tomar conciencia de que las dificultades en las habilidades fonológicas no son evidentes en la vida cotidiana ya que en la conversación normal, la discriminación entre palabras puede funcionar en un nivel básico de distinción silábica, y mucha de la comprensión en la comunicación viene a través de la detección del significado a través del contexto. A través de programas dirigidos a los padres para informarlos sobre estas dificultades, puede facilitar que ellos mismos se den cuenta de que los déficits del lenguaje pueden pasar inadvertidos hasta que el niño es forzado a transcribir los sonidos individuales en un código alfabético o logográfico. Si el niño nunca ha realizado o aprendido a analizar tales sonidos individuales (fonemas) que constituyen las sílabas de nuestras palabras, va a tener dificultades para aprender a leer y a escribir. Por lo tanto, una parte importante del esfuerzo para manejar la DD, es estar seguros de que estén enterados los padres y todas las personas involucradas en la atención del niño.

La educación temprana en el preescolar y en casa debe incluir juegos con interacciones divertidas que promuevan las habilidades auditivas y fonológicas. Otra cosa que los papás pueden hacer por sus hijos, sea que tengan predisposición a desarrollar DD o no, es leer para ellos. Leer para los niños no es tan sólo otra forma para enseñarles a escuchar, sino que también es una manera para inculcar un sentimiento de que tanto la información como la emoción pueden reunirse en aquello que se encuentra en los libros y otros escritos. Durante el proceso de aprendizaje de la lectura y la escritura esta emoción y la curiosidad natural de los niños resultan ser una motivación poderosa que ayuda al niño con desarrollo normal a leer más y mejor y con ello alimentar de manera exponencial en dominio de su lectura. Para los niños con DD es absolutamente necesario vencer las dificultades y decepciones resultantes de sus primeras experiencias de lectura negativas y apoyarlos para que no se sumerja en una espiral descendente de fracaso en la lectura y la subsecuente evitación de leer. Esta falta de exposición adicional puede impedir cualquier experiencia positiva en detrimento de cualquier intento de enseñar al niño a leer.

Abordajes terapéuticos para remediar los problemas en la conciencia fonológica

Cuando se analizan las intervenciones terapéuticas, se pueden distinguir dos escenarios. Uno relacionado con los niños pequeños de preescolar a primer año de primaria, que tienen poca experiencia con el alfabeto y con la lectura, los cuales, sin embargo, están en riesgo de desarrollar DD. La otra situación se relaciona con niños más grandes, de segundo grado de primaria en adelante, quienes ya han tenido

una experiencia difícil de fracaso en el intento de aprender a leer. En general, los esfuerzos para prevenir que la DD afecte de manera drástica a los niños se ha demostrado que la intervención en los más pequeños es más exitosa que con los niños más grandes que ya han mostrado síntomas de DD por algún tiempo. Con esto, podemos concluir que el seguimiento por varios años después de terminar la atención específica preventiva o remedial en los niños pequeños, las limitaciones que la DD impone son sutiles y estos niños muestran una lectura correcta y más fluida. La tasa de éxito de la intervención en los niños mayores, por otro lado, es más baja; hay cambios positivos en la comprensión de los materiales de lectura, pero poca mejoría en la ortografía, en la fluidez y en la velocidad (Shaywitz, Morris, & Shaywitz, 2008). Es de hacer notar que en el grupo de niños pequeños de ese estudio hubo algunos que mostraron poco progreso en el aprendizaje. Un pronóstico menos favorable con relación al éxito de las intervenciones terapéuticas mostraron los niños que eran lentos en las tareas de denominación de objetos, ellos tenían un déficit generalizado en el lenguaje o problemas atencionales o del comportamiento. De igual forma, se observó una correlación entre un nivel socio-económico más bajo de los papás y bajas puntuaciones en ortografía y lectura. Sin embargo, el énfasis de las intervenciones se mantuvo en el mejoramiento de las habilidades fonológicas, dado que los factores antes mencionados también se consideran relacionados con el desarrollo de los fundamentos básicos del aprendizaje de la lectura. Se asume que se pueden distinguir dos grupos entre los niños pequeños; uno de ellos incluye niños cuyos déficits fonológicos se deben a la falta de apoyo

ambiental. En el otro grupo se ubican los niños que presentan un déficit fonológico aun cuando tienen un ambiente adecuado. Para este último se presume que su déficit se debe a un desarrollo cerebral anormal. Ellos realmente presentan DD. Sólo para el primer grupo, que dado su ambiente inadecuado adquieren el déficit fonológico, se alcanza una normalización del procesamiento fonológico después de la intervención. Lo anterior conlleva a un resultado positivo en el desarrollo de la ortografía y adquisición de la lectura. Los otros niños se mantienen en desventaja y requieren de un apoyo intensivo y continuo a través de sus años escolares.

Con relación a los factores, que tienen una influencia positiva en el resultado, existen muchos puntos comunes entre la prevención y la intervención. El más relevante es el tamaño del grupo de intervención; uno o máximo dos o tres niños por grupo; igualmente importante es la calidad de los terapeutas y de los profesores, y la intensidad del tratamiento (cuatro a cinco días a la semana por un periodo extenso). Para los niños más pequeños el método de entrenamiento juega un rol importante: Un entrenamiento en la conciencia fonológica con prácticas básicas en el alfabeto y ejercicios sobre una asociación explícita alfabeto – sonido es efectiva. Los métodos implícitos, por otra parte, no los son tanto. Aparentemente, los niños pequeños no disponen de las habilidades cognitivas para hacer uso de métodos implícitos. En las intervenciones con los niños mayores no se observaron diferencias, los métodos implícitos o explícitos mostraron resultados similares.

Especialmente importantes son los resultados de los estudios longitudinales a largo plazo, que enfatizan el hecho de que

para que una mejoría persista después de la intervención, un aumento hasta cierto punto crítico en la velocidad de lectura debe alcanzarse. Si esta velocidad no se alcanza, la ejecución lectora decae de nuevo (Torgesen et al., 2001). Esto puede ser visto como un índice de la importancia de experimentar cierto éxito para detonar avances posteriores. Algo comparable como un motor de diesel, el cual debe ser preparado antes de encenderse de lo contrario se presentarán muchas explosiones internas, i.e. al encender el motor y al mantenerlo prendido. Tal preparación y encendido requieren de una terapia individualizada e intensiva. Para alcanzar la plasticidad cerebral sabemos que el entrenamiento intensivo y adaptativo conlleva a mayores efectos, y que este éxito y la recompensa que resulta son las secreciones de los transmisores que contribuyen a la estabilidad de los cambios plásticos (Moucha & Kilgard, 2006).

Terapia centrada en percepción del habla a través de programas computacionales

Diversos enfoques han desarrollado programas computacionales de terapia. Uno de los que mayor difusión ha tenido es el desarrollado por el grupo de Paula Tallal.

A través de ejercicios utilizando estímulos del habla modificados los cuales acentúan ciertos rasgos del habla que se suponen facilitan su discriminación a los niños con DD. Los resultados de los primeros ensayos utilizando estos programas computacionales para terapia de la DD empleando lenguaje modificado (Merzenich et al., 1996; Tallal et al., 1996) han recibido tanto elogios como críticas. Hay un estudio sólido de hace tiempo en la historia de la psicofísica que demuestra cambios con la práctica en cada tarea de discriminación sensorial (Volkman, 1858). De igual forma,

el desarrollo de video juegos específicos ha incorporado estos principios de práctica y aprendizaje. Sin embargo, las mejoras reportadas en la percepción auditiva en los niños tratados no han sido siempre sorprendentes. Por ejemplo, datos aportados por estudios de neuroimagen han mostrado cambios significativos en los patrones de activación debidos al entrenamiento a la vez que avances excepcionales en la lectura y en la comprensión gramatical han sido menos aceptados (Studdert Kennedy & Mody, 1995). La metodología de estos estudios también ha sido cuestionada con la emisión de diagnósticos correctos del grupo de niños seleccionado en los estudios realizados en los laboratorios de Merzenich y Tallal; se ha criticado de manera específica la falta de información sobre el diagnóstico y de claridad en la distinción entre alteración de lenguaje y DD en sus publicaciones. De igual forma, ciertos materiales de las pruebas de diagnóstico fueron utilizados también como material de entrenamiento y posteriormente para estudiar los efectos de la terapia por lo que quedan en tela de juicio sus resultados (i.e., Pennington 2011). Junto con estudios posteriores que carecían de controles adecuados, aun colegas bien intencionados se vieron orillados a sospechar de que cualesquiera que fueran los efectos obtenidos, éstos eran sesgados por otros factores indirectos tales como posibles mejoras en la atención. Uno de los estudios del primer autor también apunta hacia esa dirección (Wannke, 2004). Al tratar de identificar si los niños con DD realmente eran ayudados en la comprensión del habla, que había sido modificada en los programas mencionados anteriormente, se compararon lectores típicos con niños con DD. Se encontró que cada método de habla

modificada (incluyendo las modificaciones utilizadas en los laboratorios de Merzenich y Tallal no discriminaba entre los niños sin DD de aquellos con DD (Wannke). Podemos concluir a partir de los hallazgos de los estudios anteriormente citados que en efecto, estos programas computacionales de terapia con habla modificada requieren de mucha atención ya que los niños son sometidos por semanas a largas sesiones en las que escuchan el habla, que es difícil de comprender, de seguir las instrucciones y hacer las selecciones apropiadas.

Ciertamente, parte de la controversia acerca de las intervenciones terapéuticas basadas en programas computacionales se origina del hecho de que su uso comercial se ha convertido en negocios multimillonarios, y también de los anuncios engañosos tales como que estos programas están basados en siglos de investigación sobre el funcionamiento cerebral. En la revisión de la literatura sobre la efectividad de los programas de enseñanza de la lectura y el tratamiento de la DD, auspiciados por el Instituto Nacional de Salud de EUA (National Institutes of Health [NIH]), los autores llegaron a la conclusión de que los programas computacionales tales como los descritos antes, se recomiendan sólo como una intervención complementaria (National Reading Panel, 2000). Los únicos programas, que fueron considerados que tenían una efectividad probada científicamente, fueron aquellos que mejoran la conciencia fonológica.

Curas milagrosas

Por desgracia, como sucede para cualquier problema complejo de salud, en el área de DD, las curas milagrosas se difunden. Con mucha frecuencia, se basan de hecho en

ideas que originalmente hacen sentido o tienen algo de verdad. No obstante, una vez que se encuentran en el mercado se transforman en un tratamiento ‘curalotodo’ que se descarta de todo posible análisis científico. Una característica de estas ‘terapias’ es que están muy simples. De igual forma, también es típico en ellas que si bien se emplean con una uniformidad rígida por las “terapeutas” que fueron entrenadas exclusivamente con este método, el espectro de las aplicaciones se amplía casi exponencialmente en el tiempo; en el caso de los tratamientos para atender la DD a través de programas computacionales, estos son utilizados ahora para cualquier trastorno ligado al desarrollo, desde el autismo hasta el TDAH. Con frecuencia, estas terapias son de cierta forma, agresivas; algunas ocasiones aun bajo el disfraz de una fundación de beneficencia. También existe una presión masiva a través de cualquier tipo de medio de comunicación – ahora especialmente a través del Internet – con una amplia exposición a testimonios o a una puesta en común de experiencias de ‘sufrimiento y cura’ especialmente de celebridades. Finalmente, es común que los clientes son obligados a través de contratos poco claros y muy caros.

Después de un periodo de crecimiento explosivo y expansión, un aumento en la discusión crítica pública y en las refutaciones científicas de reclamos con frecuencia conlleva a que desaparezcan de los ojos del público. Sin embargo, la vida de las organizaciones, apoyada por sus seguidores, especialmente por aquellos poco dispuestos a aceptar que estas inversiones con frecuencia enormes de una oleada de padres desesperados que buscaban ayuda fueron en vano. Estas organizaciones con el tiempo tienden a

publicar sus propios folletos, revistas y libros; organizan sus reuniones y cursos, y con ello continúan su existencia – y con frecuencia de manera bastante cómoda – en un universo separado en paralelo.

Un ejemplo de este tipo de terapia es la basada en el supuesto de que la DD – como cualquier otro trastorno del desarrollo – es debida a una alteración en la integración intersensorial. Se basa en la máxima de que cualquier niño se desarrolla a través de una progresión por niveles de logros sensorio – motores. Se considera que el problema surge cuando uno o varios de estos niveles o pasos se omiten. De ahí que la terapia consista en principio en repetir los pasos o niveles que se han omitido en el desarrollo. Por ejemplo, al niño escolar se le hace gatear o experimentar lo que se perdió por ejemplo, la estimulación a través del contacto con la tierra. Otro principio es la progresión de lo más simple a lo más complejo así como de los procesos unimodales a los multimodales intersensoriales. Este concepto al igual que la progresión rígida paso a paso, no refleja el estado actual del conocimiento acerca del desarrollo del niño. No obstante, los ejercicios pueden producir efectos positivos – como la mayoría de cualquier tipo de actividad que se pone al alcance de una persona dedicada y cuidadosa con experiencia en manejar niños. Sin embargo, los padres deben de saber que no hay cura para la DD, ni para el TDAH, autismo, o cualquier otro trastorno del desarrollo.

Referencias

American Academy of Pediatrics, Section on Ophthalmology, Council on Children with Disabilities, American Academy of Ophthalmology, American Association for

Pediatric Ophthalmology and Strabismus, & American Association of Certified Orthoptists. (2009). Learning Disabilities, Dyslexia, and Vision. *Pediatrics*, 124(2), 837-844.

American Psychiatric Association. (2003). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (4a ed. rev.). Barcelona, España: Masson.

Aguilar Isaías, Y. A. (2006). Neuropsychologische profile von mexikanischen und deutschen kindern mit Lese- rechtschreibstörungen -Eine vergleichende studie [Perfiles neuropsicológicos de niños mexicanos y alemanes con dislexia del desarrollo –Un análisis comparativo]. Tesis doctoral parcial no publicada, Universität Tübingen, Tübingen. Recuperado 10 de febrero de 2011, de http://tobias-lib.uni-tuebingen.de/volltexte/2007/3009/pdf/DISS_AGUILAR.pdf

Ahissar, M. (2007). Dyslexia and the anchoring-deficit hypothesis. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(11), 458-465.

Aylward, E. H., Richards, T. L., Berninger, V. W., Nagy, W. E., Field, K. M., Grimme, A. C., et al. (2003). Instructional treatment associated with changes in brain activation in children with dyslexia. *Neurology*, 61, 212-219.

Bakker, D. J. (2006). Treatment of developmental dyslexia: A review. *Developmental Neurorehabilitation*, 9(1), 3-13.

Blender, A. (2004). *Neuropsychologische aspekte der diagnostik von kindern mit umschriebenen entwicklungsstörungen*

schulischer Fertigkeiten [Aspectos neuropsicológicos del diagnóstico de trastornos específicos del desarrollo de habilidades académicas]. Tesis doctoral no publicada, Tübingen University, Tübingen. Recuperada el 10 de febrero de 2011, de http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=972086285&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filena me=972086285.pdf

Brem, S., Bach, S., Kucian, K., Guttorm, T. K., Martin, E., Lyttinen, H., et al. (2010). Brain sensitivity to print emerges when children learn letter-speech sound correspondences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(17), 7939-7944.

Brunswick, N., McCrory, E., Price, C. J., Frith, C. D., & Frith, U. (1999). Explicit and implicit processing of words and pseudowords by adult developmental dyslexics. *Brain*, 122(10), 1901-1917.

Eden, G. F., Jones, K. M., Cappell, K., Gareau, L., Wood, F. B., Zeffiro, T. A., et al. (2004). Neural changes following remediation in adult developmental dyslexia. *Neuron*, 44, 411-422.

Esser, G., & Schmidt, M. (1993). Die langfristige Entwicklung von Kindern mit Lese-Rechtschreibschwäche [Desarrollo a largo plazo de niños con dislexia del desarrollo]. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 22(2), 100-116.

Francis, D. J., Shaywitz, S. E., Stuebing, K. K., Shaywitz, B. A., & Fletcher, J. M. (1996). Developmental lag versus deficit models of reading disability: A longitudinal, individual growth curves analysis. *Journal of Educational Psychology*, 88, 3-17.

Gabel, L. A., Gibson, C. J., Gruen, J. R., & LoTurco, J. J. (2010). Progress towards a cellular neurobiology of reading disability. *Neurobiology of Disease*, 38(2), 173-180.

Galaburda, A. M., Menard, M. T., & Rosen, G. D. (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(17), 8010-8013.

Galaburda, A. M., Sherman, G. F., Rosen, G. D., Aboitiz, F., & Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: Four consecutive patients with cortical anomalies. *Annals of Neurology*, 18(2), 222-233.

Goswami, U. (2002). Phonology, reading development and dyslexia: A cross-linguistic perspective. *Annals of Dyslexia*, 52, 141-163.

Goswami, U. (2003). Phonology, learning to read and dyslexia: a cross-linguistic analysis. En V. Csépe (Ed.), *Dyslexia, different brain, different behavior* (pp. 1-40). New York, EE.UU.: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Gutiérrez, N., & Palma, A. (2004). Acento léxico y lectura: un estudio con niños. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa y Psicopedagógica*, 2(2), 143-160.

Hoeft, F., McCandliss, B. D., Black, J. M., Gantman, A., Zakerani, N., Hulme, C., et al. (2011). Neural systems predicting long-term outcome in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(1), 361-366.

Kussmaul, A. (1877). *Die Störungen der Sprache: Versuch einer Pathologie der Sprache*. Leipzig: Verlag von F.C.W. Vogel.

Leal, F., & Matute, E. (2001). La transparencia de los sistemas ortográficos y la idea de estrategias diferenciales de procesamiento de la lengua escrita. En G. López Cruz, & M. C. Morúa Leyva (Eds.), *Memorias del V Encuentro Internacional de Lingüística en el Noroeste*. (Tomo III, pp. 127-152). Hermosillo, México: Editorial UniSon.

Matute, E., Rosselli, M., & Ardila, A. (2010). Evaluación neuropsicológica infantil. En M. Rosselli, E. Matute, & A. Ardila (Eds.), *Neuropsicología del desarrollo infantil* (pp. 71-118). México D.F.: Manual Moderno.

Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Ostrosky, F. (2007). Evaluación Neuropsicológica Infantil – ENI. México, D.F.: El Manual Moderno, UNAM, Universidad de Guadalajara.

Matute, E., Rosselli, M., Chamorro, Y., & Orozco, J. C. (2010). Pruebas neuropsicológicas infantiles en español. En M. Rosselli, E. Matute, & A. Ardila (Eds.), *Neuropsicología del desarrollo infantil* (pp. 119-138). México D.F.: Manual Moderno.

Medrano, A. P., Matute, E., & Zarabozo, D. (2007). Características neuropsicológicas de niños hispanohablantes con trastorno de la lectura. En E. Matute, & S. Guajardo (Coords.), *Dislexia: Definición e intervención en hispanohablantes* (pp. 73-88). Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.

Merzenich, M. M., Jenkins, W. M., Johnston, P., Schreiner, C., Miller, S. L., &

Tallal, P. (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science*, 271(5), 77-81.

Merzenich, M. M., Schreiner, C., Jenkins, W., & Wang, X. (1993). Neural mechanisms underlying temporal integration, segmentation, and input sequence representation: Some implications for the origin of learning disabilities. En P. Tallal, A. M. Galaburda, R. R. Llinás, & C. V. Euler (Eds.), *Temporal information processing in the nervous system. Special reference to dyslexia and dysphasia* (Vol. 682, pp. 1-22). New York: The New York Academy of Sciences.

Meyler, A., Keller, T. A., Cherkassky, V. L., Gabrieli, J. D. E., & Just, M. A. (2008). Modifying the brain activation of poor readers during sentence comprehension with extended remedial instruction: A longitudinal study of neuroplasticity. *Neuropsychologia*, 46, 2580-2592.

Moreno, A., Torre, D., Curto, N., & de la Torre, R. (2006, Noviembre). *Inventario de frecuencias fonémicas y silábicas del castellano espontáneo y escrito*. Trabajo presentado en las IV Jornadas en Tecnología del Habla, Zaragoza, España.

Moucha, R., & Kilgard, M. P. (2006). Cortical plasticity and rehabilitation. *Progress in Brain Research*, 157, 111-122.

National Reading Panel. (2000). *Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific literature on reading and its implications for reading instruction*. Recuperado 5 de enero de 2011, de

<http://www.nichd.nih.gov/publications/nrp/smallbook.cfm>

Paulesu, E., Démonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., et al. (2001). Dyslexia: Cultural diversity and biological unity. *Science*, 291(5511), 2165-2167.

Paulesu, E., Frith, U., Snowling, M., Gallagher, A., Morton, J., Frackowiak, R. S., et al. (1996). Is developmental dyslexia a disconnection syndrome? Evidence from PET scanning. *Brain*, 119(1), 143-157.

Pennington, B. F. (2011). Controversial therapies for dyslexia. *Perspectives on Language and Literacy*, 37(1), 6-7.

Pugh, K. R., Mencl, W. E., Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Fulbright, R. K., Constable, R. T., et al. (2000). The angular gyrus in developmental dyslexia: Task-specific differences in functional connectivity within posterior cortex. *Psychological Science*, 11(1), 51-56.

Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 212-218.

Richards, T., Berninger, V., Winn, W., Stock, P., Wagner, R., Muse, A., et al. (2007). Functional MRI activation in children with and without dyslexia during pseudoword aural repeat and visual decode: before and after treatment. *Neuropsychology*, 21(6), 732-741.

Schneider, W., Visé, M., Reimers, P., & Blaesser, B. (1994). Auswirkungen eines Trainings der sprachlichen Bewusstheit auf den Schriftspracherwerb in der Schule

[Efectos de un programa de entrenamiento de conciencia fonológica en la adquisición de alfabetización en la escuela]. *Zeitschrift fur Padagogische Psychologie*, 8(3-4), 177-188.

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Blachman, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., et al. (2004). Development of left occipitotemporal systems for skilled reading in children after a phonologically-based intervention. *Biological Psychiatry*, 55, 926-933.

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Mencl, W. E., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., et al. (2002). Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. *Biological Psychiatry*, 52(2), 101-110.

Shaywitz, B. A., Skudlarski, P., Holahan, J. M., Marchione, K. E., Constable, R. T., Fulbright, R. K., et al. (2007). Age-related changes in reading systems of dyslexic children. *Annals of Neurology*, 61(4), 363-370.

Shaywitz, S. E., Morris, R., & Shaywitz, B. A. (2008). The education of dyslexic children from childhood to young adulthood. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 451-475.

Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2008). Paying attention to reading: The neurobiology of reading and dyslexia. *Development and Psychopathology*, 20(Special Issue 4), 1329-1349.

Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Constable, R. T., Mencl, W. E., et al. (1998). Functional disruption in the organization of the brain for reading in

dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(5), 2636-2641.

Smit-Glaudé, S., van Strien, J., Licht, R., & Bakker, D. (2005). Neuropsychological intervention in kindergarten children with subtyped risks of reading retardation. *Annals of Dyslexia*, 55(2), 217-245.

Studdert Kennedy, M., & Mody, M. (1995). Auditory temporal perception deficits in the reading-impaired: A critical review of the evidence. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2(4), 508-514.

Tallal, P., Miller, S. L., Bedi, G., Byrna, G., Wang, X., Nagarajan, S. S., et al. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, 271(5), 81-84.

Tallal, P., & Piercy, M. (1975). Developmental aphasia: The perception of brief vowels and extended stop consonants. *Neuropsychologia*, 13(1), 69-74.

Torgesen, J. K. (1995). *Phonological awareness, a critical factor in dyslexia*. [The Orton Emeritus Series]. Baltimore, M.D.: The Orton Dyslexia Society.

Torgesen, J. K., Alexander, A. W., Wagner, R. K., Rashotte, C. A., Voeller, K. K. S., & Conway, T. (2001). Intensive remedial instruction for children with severe reading disabilities: immediate and long-term outcomes from two instructional approaches. *Journal of Learning Disabilities*, 34(1), 33-58.

Volkman, A. W. (1858). Über den Einfluss der Übung auf das Erkennen räumlicher Distanzen. *Berichte über die Verhandlungen der königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig* [Acerca de la influencia de la práctica en la detección de distancias espaciales]. *Mathematisch-physische Classe*, 10, 38-69.

Wannke, M. (2004). Lautdiskrimination natürlicher und akustisch modifizierter Sprache bei Kindern mit Lese-Rechtschreibstörung [Discriminación auditiva del habla natural y modificada en niños con dyslexia del desarrollo]. Dissertation Universität Tübingen, Düsseldorf: Lehmanns Media – LOB.de.

World Health Organization. (1993). *The ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders*. Ginebra, Suiza: WHO.