

FUNDAMENTOS NEUROPSICOLÓGICOS DE LA DISLEXIA EVOLUTIVA

Jorge Alfredo Herrera Pino*, Soraya Lewis Harb**,
Norella Sofía Jubiz Bassi***, Gina Patricia Salcedo Samper****

Resumen

El siguiente artículo enmarca los principios de la neuropsicología de la dislexia evolutiva y realiza un recorrido desde su evolución histórica, en cuanto a su definición, hasta sus síntomas más característicos en los sujetos que la padecen.

Fecha recibido: 14 de febrero de 2007
Fecha aceptación: 17 de abril de 2007

* Psicólogo y Máster en Educación Especial, Universidad de Miami, Estados Unidos; Especialista en Psicología Escolar, Eastern Michigan University, Estados Unidos; Doctor en Neuropsicología Clínica y Educativa, Wayne State University, Estados Unidos; Doctor en Medicina, Universidad de Alcalá, España; Director Científico, Neurobehavioral Institute de Miami.

** Psicóloga, Universidad del Norte, Colombia; Maestría en Ciencias de la Educación, en trastornos del aprendizaje y lectoescritura, Universidad de Miami.

*** Psicóloga, Universidad del Norte; Maestría en Educación de Estudiantes Excepcionales y Maestría en la Enseñanza del Inglés como segundo idioma, Carlos Albizu University, Miami; Candidata al Doctorado en Psicología con Orientación en Neurociencia Cognitiva Aplicada, Universidad Maimónides, Buenos Aires; actualmente se desempeña como coordinadora de Servicios Clínicos, Neurobehavioral Institute of Miami.

**** Fonoaudióloga, Universidad Metropolitana, Colombia; Máster en Neuropsicología, Carlos Albizu University, Estados Unidos; coordinadora de Servicios del Neurobehavioral Institute of Miami; candidata al Doctorado en Psicología con énfasis en Neuropsicología, Carlos Albizu University, CAU, Estados Unidos.

La dislexia se conoce como una alteración de la capacidad para aprender a leer que afecta un buen porcentaje de la población escolarizada. La dificultad se debe principalmente a una deficiencia en el desarrollo del lenguaje que se ve manifestado en sus síntomas iniciales en un retraso significativo del desarrollo de la conciencia fonológica que viene a ser un buen predictor de dicha alteración

Mediante la revisión realizada para este artículo se da explicación al trastorno disléxico desde la neuropsicología, la que se ha encargado de exponer las características desde la relación cerebro-conducta y, además de la localización cerebral de la alteración, las perturbaciones visuales y auditivas y de las otras variables intervinientes en la aparición del trastorno como la genética y, más propiamente, la herencia.

Por último, a manera de conclusión, se espera que con este artículo se abran nuevas líneas de investigación para el estudio del tema y contribuya al planteamiento de nuevas hipótesis sobre la neuropsicología de la dislexia.

Palabras claves: Dislexia del desarrollo, neuropsicología, funcionamiento cerebral, lenguaje, conciencia fonológica..

Abstract

The following article explains the neuropsychological principles of developmental dyslexia exposing a historical evolution, its definitions and most common characteristics in individuals who develop this handicapping condition.

Dyslexia is known as a disability that unables a person to develop reading abilities which affects an important percentage of the school population. This disability is mainly characterized by an impairment due to an inadequate language development that manifests itself in the inappropriate development of phonological awareness skills.

After revising scientific literature for writing this article, neuropsychology has explained dyslexia, its symptoms, and the relation between brain and behavior for this, brain functioning, visual and auditoy perceptual impairments, and other factors associated to this disability such as genetics and heredity.

At last, as a conclusion, it is expected that this article contributes to new research and thinking on more hypotheses about neuropsychology and developmental dyslexia.

Key words: Developmental dyslexia, neuropsychology, language, brain functioning, phonological awareness.

La dislexia evolutiva ha sido ampliamente estudiada desde comienzos del siglo pasado. Entendida en sus inicios como una entidad mono-causada, provocada por fallas en el establecimiento de la lateralidad, así como en la dominancia hemisférica (Orton, 1937), se describe en la actualidad otra serie de factores que se encuentran íntimamente ligados a la aparición inicial de este trastorno y a su consecuente proceso de evolución.

En este artículo se realiza una revisión del concepto de la dislexia evolutiva y un análisis de los aportes actuales al conocimiento derivados de la investigación científica. Se espera que este trabajo sirva de guía para facilitar el trabajo de identificación, diagnóstico y tratamiento de los trastornos específicos de la lectura asociados con la dislexia evolutiva.

DEFINICIÓN

De acuerdo con Bogdanowicz (2003), la existencia de trastornos en el aprendizaje de la lecto-escritura fue descrita en la literatura neurológica desde hace más de 100 años. El neurólogo británico McDonald Critchley (1964) fue el primero en utilizar el término *dislexia* como tal. En la actualidad (Temple et al., 2003), *la dislexia se define como un trastorno de la lectura en personas quienes tienen la inteligencia, la motivación y la educación necesaria para leer con éxito* (p. 2860). Otras definiciones que han surgido con anterioridad concuerdan con esta postura. Por ejemplo, Rosen, Sherman y Galaburda (1993) han definido la dislexia de la manera siguiente: *La dislexia evolutiva ha sido conceptualizada comúnmente como una perturbación primaria en la adquisición y en el rendimiento de destrezas de la lectura. Este diagnóstico requiere no solamente que haya evidencia de una discapacidad en la lectura, sino que tampoco haya perturbaciones cognitivas, emocionales, neurológicas o socioeconómicas apreciables que la puedan explicar* (p. 90).

Graves, Frerichs y Cook (1999) definieron la dislexia evolutiva como una discapacidad específica en el aprendizaje de la lectura que afecta aproximadamente del tres al 10 por ciento de la población. La definen por exclusión como un impedimento selectivo en la adquisición de las habilidades en la lectura apropiadas a la edad, a pesar de haber una inteligencia adecuada, oportunidades para el aprendizaje, en la ausencia de trastorno conductual o neurológico que pudiese explicarlo.

DEVENIR HISTÓRICO DE LA DISLEXIA EVOLUTIVA

Según Orton (1937), las serias dificultades presentadas por algunos niños en el aprendizaje de la lectura estaban directamente relacionadas con una falla en el establecer la lateralidad y la dominancia hemisférica. Orton (1937) se concentró en explicar las llamadas inversiones o rotaciones (*reversals*) de las letras y las palabras en el transcurso de la lecto-escritura. Para Orton (1937), las *reversals* podían ser *estáticas* (cuando se trataba de una sola letra), como por ejemplo, confundir la **b** con la **d**, o *dinámicas* (cuando se invierte el orden de las letras en una palabra), es decir, confundir **sol** con **los**.

La premisa principal de los planteamientos teóricos de Orton (1937) en este sentido es la falla en la adquisición de una dominancia hemisférica definida en el hemisferio izquierdo, responsable por los procesos de lenguaje. En el caso de los zurdos, por ejemplo, se veía una clara falta de dominancia hemisférica izquierda, lo cual los llevaba a manifestaciones de dominancia motriz en el lado izquierdo, o contralateral al hemisferio derecho, el cual asumía, por defecto, las funciones de un hemisferio izquierdo pobremente desarrollado y, por consecuencia, *débil*. Por esto, no era extraño encontrar una mayor tasa de individuos con trastornos en la adquisición de la lectura entre los zurdos que entre los diestros.

Al nivel de las dificultades viso-perceptivas que se manifestaban en la lectura, Orton (1937) las explicó por el mismo mecanismo y las denominó *estrefosimbolia* (del griego para *símbolos torcidos*). De acuerdo con los postulados de Orton (1937), el hemisferio derecho contenía una imagen o representación en espejo de los símbolos gráficos encontrados por el niño durante las etapas iniciales de la lectura. Esta imagen en espejo o *símbolo torcido* ubicada en el hemisferio derecho no era capaz de ser mantenida fuera del proceso de la lectura por un hemisferio izquierdo pobremente desarrollado y, por ende, *débil*. Así, la *estrefosimbolia* primero y la *dislexia* después fueron explicadas por un trastorno en lograr una lateralidad adecuada, de suerte que la dominancia del hemisferio izquierdo estuviese clara y firmemente establecida.

Fue precisamente este planteamiento el que dirigió el foco de atención de muchos investigadores y pensadores en este campo a conceptualizar

la dislexia como un problema de tipo *viso-perceptivo*, consistente con la teoría de una pobre dominancia hemisférica. Este enfoque, aunque todavía sostenido por algunos, le fue cediendo su hegemonía a otros, tales como el efecto de la conciencia fonológica, la conciencia morfológica y los procesos de atención y memoria. Aun dentro de los planteamientos que insisten en que la dislexia es un trastorno viso-perceptivo se ha re-dirigido la atención de los investigadores hacia otras hipótesis, tales como el mal funcionamiento del sistema magnocelular y los movimientos oculares.

Autores como Vellutino (1979) han cuestionado el papel de la denominada *hipótesis de déficit perceptual* a favor de otras conceptualizaciones más amplias de la dislexia y los trastornos de la lectura. Por otro lado, autores como Machuca y Fernández Cano (2002) han desglosado a fondo la evidencia que pudiese apoyar los postulados de Orton (1937), y han encontrado muy poca o ninguna fuente de evidencia que pudiese sustentarlos. Estos autores investigaron la relación de diferentes componentes del proceso de la lectura, tales como la lectura oral, la toma de dictado, la escritura en copia, la comprensión lectora, la articulación oral y la composición, como variables dependientes y los procesos de lateralización, como variables independientes. Los resultados obtenidos por Machuca y Fernández Cano (2002) no revelaron dificultades en la lectura oral que pudiesen ser atribuidas a factores de lateralidad. Esto se confirmó tanto en el tipo de lateralidad (diestra o cruzada) como en el grado de lateralidad (definida o marcada). El mismo tipo de resultado fue encontrado para las demás variables dependientes, entre las cuales estaban: copiar, dictado, comprensión de la lectura, composición y articulación.

Confrontados con los datos obtenidos en este estudio, los autores llegaron a la conclusión lógica de que los postulados de Orton (1937) deben ser rechazados, al no encontrarse relación entre los diferentes aspectos de la lateralidad estudiados en esta investigación y las variables dependientes correspondientes a diversos componentes del proceso de la lectura. No se puede negar, no obstante, que el legado de Orton (1937) ha sido fructífero en otros terrenos relacionados con los trastornos en la adquisición de la lectura. Esto se puede ver claramente en el trabajo de intervención multisensorial que originó Anne Gillingham, apoyada por Beth Stillman (Gillingham & Stillman, 1956), el cual continúa siendo vigente hasta la actualidad.

La tradición establecida por Orton (1937) dio pie a la conceptualización de que la dislexia era eminentemente un trastorno de los procesos visuales. Posteriormente surgió la llamada *hipótesis perceptual*, la cual atribuía a la dislexia orígenes primordialmente en los procesos visoperceptivos (Vellutino, 1979). Vellutino et al. (1972) y posteriormente Vellutino et al. (1975) estudiaron muestras de niños con déficit en el aprendizaje inicial de la lectura caracterizados por la presencia de inversiones o rotaciones (*reversals*). Tanto los niños mayores (Vellutino et al., 1972) como los menores (Vellutino et al., 1975) ejecutaban tareas que requerían percepción visual de forma similar a los niños sin dificultades en la lectura. Las diferencias entre grupos en ambas edades tenían que ver con la codificación verbal y no los procesos viso-perceptivos. Estos hallazgos llevaron a Vellutino (1977) al planteamiento de su importante artículo donde cuestionó si la *hipótesis perceptual* nos había llevado por mal camino.

Siguiendo otra línea de trabajo, hace ya más de 40 años que vio la luz el monumental artículo de Norman Geschwind (1965) sobre los síndromes de desconexión. En este artículo Geschwind (1965) reafirmó la existencia de los llamados *síndromes de desconexión*, los cuales ya habían sido referidos por Karl Wernicke con su concepto de la *afasia de conducción* y J. J. Dèjerine con su concepto de *alexia adquirida*. En este artículo Geschwind (1965) ofreció diversas explicaciones de los síndromes de afasia como *síndromes de desconexión*, sobre todo aquellas denominadas *transcorticales* y de *conducción*. Para Geschwind (1965), al igual que para otros autores como A. R. Luria (1977), la función nominativa del lenguaje, es decir, la capacidad de nombrar en confrontación, es uno de los trastornos que se encuentran con más frecuencia como base de los diferentes tipos de afasia.

Geschwind (1965) le atribuyó a la zona de asociación posterior del hemisferio izquierdo, denominado giro angular o zona parieto-témporo-occipital, la capacidad de *conectar* la información proveniente de diversas modalidades sensoriales. Esta está localizada en el lobulillo parietal inferior izquierdo, pero maneja información que proviene de las modalidades auditiva, visual y táctil. Una lesión en esta zona es capaz de interferir con la conexión entre las áreas del lenguaje receptivo posteriores, como por ejemplo, la zona de Wernicke y las áreas del lenguaje expresivo

anteriores, como por ejemplo, la zona de Broca. Esta desconexión puede constituir la raíz de un serio trastorno en la función nominativa del lenguaje y en buscar y encontrar palabras adecuadas.

Dentro del contexto de la afasia como síndrome de desconexión, Geschwind (1995) definió la *dislexia específica evolutiva* también como un síndrome de desconexión, asociado al concepto de la afasia evolutiva. En este caso, la afectación de los procesos del lenguaje se produce por una falta en el desarrollo de ciertas áreas de integración intersensorial o zonas de asociación. Geschwind (1965) destacó, entre éstas, la región parieto-témporo-occipital del hemisferio izquierdo.

Geschwind (1965) razonó que de igual manera que el lenguaje oral puede quedar afectado por este tipo de desconexión, en este caso evolutiva y no adquirida, también lo puede estar el proceso de la lectura, el cual requiere integración de información proveniente de las modalidades auditiva y visual. Postuló que había un subconjunto de niños con disfasia evolutiva, cuya presentación estaba relacionada con trastornos en la adquisición de la lectura, a pesar de no tener antecedentes que pudiesen señalar la presencia de un cuadro neurológico adquirido, la presencia de déficit sensoriales o la falta de oportunidad para desarrollar dichas destrezas. Geschwind (1965) se refirió a esta condición como *dislexia específica evolutiva*.

Desde la publicación de este artículo ha habido diferentes líneas de investigación que han intentado validar las nociones propuestas en el mismo. Albert Galaburda (1989, 1993), neurocirujano de la Universidad de Harvard, se ha dedicado al estudio *post mortem* de cerebros de disléxicos y ha encontrado múltiples diferencias estructurales y funcionales entre los cerebros de disléxicos y no disléxicos, dentro de las cuales se encuentran las postuladas por Geschwind (1965). Otras líneas de investigaciones (Shywitz et al., 1998) han utilizado la tecnología de las resonancias magnéticas funcionales (fMRI) para determinar la presencia de hipoactivación en la región parieto-témporo-occipital izquierda durante el proceso de la lectura en pacientes disléxicos, así como entre niños con diferentes niveles de destreza en la lectura (Molfese et al., 2006).

Geschwind (1965) sentó las pautas de que la dislexia estaba relacionada íntimamente con el proceso del lenguaje y su patología. Por otro lado, Vellutino (1979) desafió en la década siguiente lo que hasta entonces había sido la visión predominante de la causa de la dislexia, es decir, la *hipótesis perceptual*. A partir del 1980 (Tallal, 1980) comenzó a aparecer en la literatura una línea de investigación que relacionaba la dislexia con dificultades en procesos auditivo-perceptuales.

En este estudio en particular (Tallal, 1980) se sometieron niños con diagnóstico de discapacidades en la lectura, así como controles, a una serie de tareas auditivas perceptuales sin contenido verbal. Tallal (1980) encontró que no hubo diferencias entre estos grupos cuando las tareas eran presentadas lentamente. En presentación rápida, los niños con discapacidades en la lectura ejecutaron de manera significativamente más pobre que los controles. Posteriormente, Tallal (1984) reafirmó el papel de la velocidad de presentación de los estímulos auditivos en la capacidad perceptual de los lectores con discapacidades, quienes mostraron pobres destrezas en recordar los estímulos auditivos presentados rápidamente.

CURSO DE LA DISLEXIA EVOLUTIVA

Según Lipka, Lesaux y Siegel (2006) existe una presunción dentro del campo de los trastornos en el aprendizaje de la lectura de que los antecedentes de éstos se encuentran presentes y tienen su efecto desde las etapas iniciales del aprendizaje de esta destreza. La literatura se refiere frecuentemente a trastornos de la *conciencia fonológica*, los cuales no le brindan al niño en edad temprana las herramientas lingüísticas para abordar el lenguaje escrito. Si bien esto puede ser una realidad en la mayoría de los niños que tienen trastornos en el aprendizaje de esta destreza tan importante, la literatura revisada por Lipka, Lesaux y Siegel (2006) señala también la presencia de una segunda *oleada* de niños cuyos problemas parecen manifestarse en el nivel del cuarto grado.

Sería interesante saber, según plantean Lipka, Lesaux y Siegel (2006), si las dificultades observadas en estos niños surgen del proceso de lectura en sí o en el proceso de la comprensión de lo leído, o en ambos. En cuanto al proceso mismo de la lectura, estos autores señalan que en este

nivel las palabras son más complejas, tanto en sus aspectos fonológicos como morfológicos. Es posible también que estos niños hayan dependido fuertemente de los procesos de memoria de las palabras hasta ese momento, y a partir del mismo, estas estrategias no sean del todo eficientes.

Lipka, Lesaux y Siegel (2006) identificaron cuatro grupos, según su ejecución en una serie de instrumentos. Además de haber *lectores típicos*, cuyas destrezas mejoraron a partir del primer grado, hubo un grupo de *malos lectores* y otro de *lectores fronterizos*, quienes mostraron deficiencias notables a partir del primer grado y continuaron teniéndolas hasta el cuarto grado. Por último, surgió un *grupo tardío*, cuyas destrezas en la lectura se mantuvieron durante el primero y segundo grado y mostraron un descenso en el tercer grado y un marcado descenso, hasta el nivel de los *lectores malos*, en el cuarto grado. De acuerdo con Lipka, Lesaux y Siegel (2006), el hecho de que este último grupo mostrase un descenso notable en las habilidades de decodificación pertenecientes al nivel de cuarto grado y la falta de desarrollo de las habilidades de conciencia fonológica evidenciada en el primer grado, indica que durante los tres primeros grados escolares funcionaron primordialmente a base de la lectura de las palabras como entidades separadas y distintas (memoria), en vez de como conjuntos de fonemas y sílabas.

LOCALIZACIÓN CEREBRAL Y DISLEXIA EVOLUTIVA

Shywitz et al. (1998) reportaron literatura que demuestra que esta capacidad de traer al acto de la lectura las destrezas fonológicas necesarias no se da adecuadamente en los disléxicos. Reportaron también que los disléxicos tienen dificultades en leer palabras sin sentido, pero que tienen una composición fonológica adecuada. Finalmente, Shywitz et al. (1998) sugirieron que la dificultad de los disléxicos en desarrollar destrezas fonológicas adecuadas es parte de una problemática mayor relacionada con el desarrollo del lenguaje. Estos autores aludieron al hecho de que intentos previos de reflejar las perturbaciones en el funcionamiento cerebral que pueden darse en los disléxicos por medio de técnicas neuro-radiológicas han dado resultados inconclusos. Esto, según Shywitz et al. (1998), se debe a que las tareas a las que se les somete a los pacientes estudiados no reflejan una jerarquía de procesos de forma adecuada y tienden a confundir los hallazgos neuro-radiológicos.

A tal efecto, Shywitz et al. (1998) llevaron a cabo una investigación dirigida a esclarecer estas interrogantes, sometiendo a los pacientes afectados con dislexia a tareas que reflejaban la siguiente jerarquía: procesamiento visual-espacial, procesamiento ortográfico, análisis fonológico simple, análisis fonológico complejo y juicio léxico-semántico, mientras que eran también sometidos a procedimientos de resonancia magnética funcional (fMRI).

A nivel conductual, los disléxicos y los controles estudiados por estos autores difirieron notablemente en tareas fonológicas y de lectura, siendo la mayor diferencia encontrada en la *lectura de pseudopalabras*, o palabras sin sentido. En términos neuro-radiológicos, se designaron 17 *regiones de interés* en el cerebro, las cuales habían estado implicadas de alguna manera en los procesos de lectura. Cuatro de estas áreas mostraron diferencias significativas entre ambos grupos. Estas fueron el *giro temporal superior posterior* o zona de Wernicke, el *giro angular* o región parieto-témporo-occipital, la *corteza estriada* y el *giro frontal inferior* o zona de Broca. Hubo diferencias marginalmente significativas en dos áreas adicionales a las mencionadas con anterioridad, la *corteza inferior lateral extraestriada* y el *giro frontal anterior inferior*.

A partir de estos resultados Shywitz et al. (1998) llegaron a la conclusión de que existen patrones de activación cerebral diferentes entre disléxicos y participantes no afectados que se hacen más notables a medida que los requerimientos de análisis fonológico aumentan. La relación entre las áreas anteriores y posteriores del cerebro es interesante. En los participantes disléxicos, las regiones posteriores, tales como la zona de Wernicke, el giro angular y las cortezas extraestriada y estriada muestran fallas en activación durante la lectura, especialmente a medida que aumenta la dificultad de establecer la relación entre fonemas y grafemas. Por otro lado, las regiones anteriores muestran un patrón de sobreactivación, aun frente a las tareas de análisis fonológico más simples.

Según Shywitz et al. (1998), *nuestros datos indican que los lectores disléxicos muestran una disrupción funcional en un sistema extenso en la corteza posterior que abarca las regiones tradicionales visuales y tradicionales del lenguaje y una porción de la corteza de asociación* (p. 2639). Estos resultados coinciden con los postulados de Geschwind (1965) en relación con la participación de

la región parieto-témporo-occipital en la *dislexia específica evolutiva* como un síndrome de desconexión.

Estos resultados fueron verificados posteriormente por Temple et al. (2001), quienes sometieron muestras de niños disléxicos y controles a procedimientos de resonancia magnética funcional (fMRI) mientras ejecutaban tareas fonológicas y ortográficas. Durante una tarea que involucraba hacer rimas con letras, estos autores notaron que tanto los controles como los disléxicos mostraban activación de las regiones frontales izquierdas. Sin embargo, solamente los controles tenían actividad en la corteza témporo-parietal izquierda. Durante la realización de una tarea de parear letras, los controles mostraron actividad en las regiones occipito-parietales, mientras que los disléxicos mostraban poca activación de la corteza extraestriada durante la realización de esta tarea. Siguiendo esta misma línea de investigaciones, Temple et al. (2003) realizaron otros estudios en los que no solamente pudieron localizar las áreas cerebrales afectadas por la dislexia, si no que pudieron, inclusive, verificar un aumento de actividad en zonas pobremente activadas en los disléxicos cuando leen, como producto de intervención medioambiental.

De acuerdo con Molfese et al. (2006), se le ha prestado una gran cantidad de atención a los factores fonológicos como necesarios para el desarrollo del lenguaje y la lectura. Con el pasar del tiempo, los niños aprenden a desglosar los componentes fonológicos de las palabras en términos no solamente de los fonemas que las componen, sino también en otros componentes como el inicio y las rimas. En la etapa preescolar, los niños aprenden habitualmente a distinguir las sílabas que componen palabras polisilábicas. La identificación de los fonemas que componen las sílabas, de acuerdo con estos autores, se realiza alrededor del primer grado de primaria.

Molfese et al. (2006) reflejan en su artículo lo que parece ser el consenso de los investigadores en este campo en relación con la participación de la *conciencia fonológica* en el proceso de la lectura. Estos autores indicaron que las destrezas fonológicas son fundamentales de cara al desarrollo del lenguaje y posterior aprendizaje de la lectura. Por otro lado, la literatura revisada por estos autores sostiene que los estudiantes con mejor conciencia fonológica aprenden a leer más eficazmente.

El estudio llevado a cabo por Molfese et al. (2006) fue diseñado para dar respuesta a la pregunta que si la tecnología de los potenciales evocados podría ser útil para distinguir diferentes niveles de destreza en la lectura. Los resultados de la evaluación psicoeducativa arrojaron tres grupos por nivel de destreza en la lectura. Las destrezas valoradas por esta evaluación fueron las siguientes: reconocimiento de palabras aisladas, habilidades en la lectura, comprensión de párrafos, comprensión lectora, detección de rimas, y exploración de la conciencia fonológica.

Molfese et al. (2006) encontraron diferencias significativas entre estos tres grupos en lecturas electroencefalográficas en diferentes localizaciones, así como de diferentes intensidades o amplitudes. Los participantes con niveles superior y promedio lateralizaron las respuestas en el hemisferio izquierdo por encima de los lectores por debajo del promedio. Lo mismo ocurrió con la latencia de la respuesta, es decir, la rapidez de la respuesta, la cual fue más rápida en lectores superiores, seguidos por los promedio y después por los lectores por debajo del promedio. Esto también se complementó con la observación de una menor activación del hemisferio derecho en los lectores superiores al promedio, mientras que sí hubo una activación notable de este hemisferio entre los lectores promedio y por debajo del promedio. Según Molfese et al. (2006), se puede concluir de esto que los lectores por encima del promedio responden con mayor rapidez y tienen una mayor predominancia del uso del hemisferio izquierdo cuando están leyendo.

Estos autores concluyeron también que las diferencias hemisféricas a favor del hemisferio izquierdo disminuyen a medida que disminuye la capacidad lectora. Así, a menor capacidad lectora, mayor la participación de diferentes áreas cerebrales. En relación con esto, Molfese et al. (2006) proponen que la activación cerebral se hace menos diferenciada a medida que la capacidad lectora disminuye.

ANTECEDENTES FAMILIARES Y DISLEXIA EVOLUTIVA

Según Flax et al. (2003), tanto los trastornos del lenguaje como los de la lectura muestran una buena medida de *agregación familiar*, es decir, un aumento en la probabilidad de padecer uno u otro trastorno si hay

algún familiar cercano que lo padece. Aunque no todas las investigaciones concuerdan en la composición por género, casi todos los estudios, de acuerdo con Flax et al. (2003), muestran una mayor tasa de personas del género masculino representada en estos grupos. Indicaron estos autores, además, que en los últimos 10 años se han identificado marcadores genéticos tanto en los trastornos de la lectura como en los trastornos del lenguaje.

Por otro lado, se ha asumido generalmente que estas dos condiciones están de alguna manera relacionadas. Esto se ha hecho habitualmente por medio de estudios de la conducta, aunque algunos estudios han señalado la posible existencia de un vínculo genético familiar. No obstante la gran cantidad de investigaciones de la conducta que vinculan estas dos condiciones, estos autores insisten en que hay una falta de estudios que ligen localizaciones específicas en común en los genes relacionados con uno u otro trastorno. Flax et al. (2003) continúan señalando que hay evidencia sólida de que los niños que muestran retardo o alteraciones en la adquisición del lenguaje a temprana edad están en mayor riesgo de desarrollar trastornos de la lectura. En este sentido, los impedimentos tempranos del lenguaje pueden redundar en dificultades en la lecto-escritura que se pueden evidenciar a través de todo el ciclo de la vida, aun en aquellos individuos cuyos problemas se hayan aparentemente resuelto. Por otro lado, los niños de familias donde hay trastornos del habla o de la lectura están aun en mayor riesgo de padecer de éstos. Hay también literatura que apoya la coexistencia de estos trastornos en los mismos niños.

En su estudio, Flax et al. (2003) encontraron que en todos los participantes con trastornos del lenguaje, las funciones relacionadas con la lectura estaban por debajo del nivel alcanzado por los controles. En los hermanos y padres de los participantes con trastornos del lenguaje, casi todas las funciones estaban de igual manera por debajo. Se notó, además, una alta co-ocurrencia de trastornos del lenguaje y trastornos de la lectura en las familias de participantes con trastornos del lenguaje. Esto no ocurrió en las familias de los controles.

Flax et al. (2003) llevaron a cabo un segundo estudio en el cual investigaron este fenómeno en las familias extendidas de los participantes,

es decir, más allá de hermanos y padres. Específicamente, estudiaron la co-ocurrencia de trastornos del lenguaje y trastornos de la lectura en las familias extendidas de los participantes con trastornos del lenguaje. De acuerdo con estos autores, el 55% de los familiares cercanos de los niños con impedimentos del lenguaje no presentaban ni trastornos del lenguaje ni trastornos de la lectura. El 10% presentaron trastornos de la lectura solamente y el 8% trastornos del lenguaje solamente. El 27% de estos familiares presentaron co-ocurrencia de trastornos del lenguaje y trastornos de la lectura. Del 45% de los familiares que presentaron trastornos de la lectura y/o trastornos del lenguaje, ambas condiciones se presentaron conjuntamente en el 59%.

El 78% de los miembros de las familias extendidas no presentaron ni trastornos del lenguaje ni de la lectura, el 9% trastornos del lenguaje solamente, el 7% trastornos de la lectura solamente y el 6% ambas condiciones. En el 22% de los familiares lejanos que presentaron trastornos del lenguaje y/o trastornos de la lectura hubo una co-ocurrencia del 27%.

CONCIENCIA FONOLÓGICA Y DISLEXIA EVOLUTIVA

No hay duda en la actualidad de que la *conciencia fonológica* juega un papel importantísimo en la adquisición de la lectura y en los trastornos en la adquisición de la misma. A tal efecto, Anthony y Lonigan (2004) investigaron la naturaleza de la *conciencia fonológica* y su papel en la adquisición de la lectura. Estos autores resaltaron el papel de la *conciencia fonológica* en relación con la lectura y reportaron, por ejemplo, literatura que ha demostrado que los niños que son más capaces en detectar ritmos y fonemas son más aventajados en el aprendizaje de la lectura. Reportaron, además, literatura en la cual se demuestra que existe evidencia de que el adiestramiento en la *conciencia fonológica* mejora la lectura, con una relación de causa y efecto entre ambos procesos. De acuerdo con estos autores, sin embargo, existen múltiples definiciones y planteamientos teóricos en relación con la *conciencia fonológica*. A tal efecto llevaron a cabo un estudio para investigar diferentes definiciones y modelos de *conciencia fonológica* en los niveles de preescolar y de educación primaria temprana. Una de las definiciones manejadas por estos autores tiene que ver con el proceso

de tomar conciencia de la estructura de los sonidos del lenguaje hablado como parte de un proceso metacognitivo.

Una segunda definición incluye todos los procesos subsilábicos, incluyendo el inicio y las rimas. Este proceso requiere mantener la conciencia de los elementos que definen la comunicación al nivel del fonema. Entre éstos se incluyen las rimas, el inicio, las vocales y las *codas*. Estas últimas se refieren a un término musical que denota una elongación para demarcar el final de un segmento, aplicado en este caso al nivel fonológico. La tercera definición de *conciencia fonológica* manejada por estos autores se refiere a la capacidad conciente de percatarse de los segmentos de las palabras. Incluye la capacidad para manejar sílabas, además de los elementos subsilábicos mencionados con anterioridad, tales como el inicio, las rimas, las *codas* y los fonemas. De acuerdo con estos autores, esta capacidad ha sido denominada *conciencia de segmentos*.

La cuarta definición de *conciencia fonológica* descrita por Anthony y Lonigan (2004) excluye procesos concientes, ya que el *conciente* es difícil de operacionalizar. Este proceso se puede describir mejor, según esta definición, como *sensitividad fonémica* y puede darse a nivel *superficial*, cuando existe una conciencia de los elementos *grandes* (sílabas) dentro de la palabra o a nivel *profundo*, cuando se toma conciencia de los elementos subsilábicos. Según estos autores, las cuatro definiciones concuerdan en que la *conciencia fonológica* está compuesta por diferentes destrezas, a diferentes niveles. Sin embargo, queda abierta la pregunta de que si estas destrezas pertenecen a un mismo proceso o son parte de procesos distintos. Anthony y Lonigan (2004) revisaron una muestra de cuatro estudios llevados a cabo con niños de edad preescolar y de primaria, utilizando técnicas de análisis factorial confirmatorio.

De acuerdo con Anthony y Lonigan (2002), los resultados de los cuatro estudios independientes llegan a la conclusión de que la sensibilidad a las rimas no difiere de la sensibilidad a otras estructuras lingüísticas. Es decir, la sensibilidad a las rimas, la *conciencia fonológica*, la conciencia de segmentos y la sensibilidad fonológica pueden ser vistas como expresiones de la misma capacidad fonológica. Es más, la conceptualización de la *conciencia fonológica* como *sensitividad fonémica* es la que, en su opinión, explica mejor el fenómeno.

Siguiendo otra línea de pensamiento, para Fowler y Swainson (2004), si bien hay una seria involucración de los procesos fonológicos en la lectura, ésta también constituye un acto donde se aplica la función nominativa del lenguaje. Estos autores exploraron la falta de precisión en la representación fonológica que presentan los niños con trastornos de la lectura, como uno de los factores contribuyentes a este fenómeno dentro del contexto de la relación entre la capacidad de nombrar y la lectura. Fowler y Swainson (2004) van aun más allá y postulan que la imprecisión fonológica puede conllevar una distorsión de la representación mental. Para Fowler y Swainson (2004), si bien la relación entre la capacidad de nombrar y la lectura es relativamente fácil de establecer, la explicación de las causas de por qué una pobre capacidad para nombrar conlleva trastornos en la lectura, es más difícil de establecer. Dan varios ejemplos de por qué puede haber una falla en la función nominativa, incluyendo aspectos conceptuales, mecanismos de manejo fonológico interno (como una especie de disfasia) y problemas de la memoria. Mientras que la presencia de problemas en el lenguaje receptivo está asociada con dificultades posteriores en la lectura, la relación más fuerte es con los trastornos del lenguaje expresivo. A tal efecto, para Fowler y Swainson (2004) *el requisito de producir una palabra oralmente parece así ser un componente crucial de las tareas de nombrar que posteriormente diferencian los lectores discapacitados de los no-discapacitados* (p. 249).

De esta manera, según Fowler y Swainson (2004), los problemas en la función nominativa se pueden deber a que la información fonológica es inadecuada, aun cuando la palabra pudiese ser reconocida a nivel receptivo. Las palabras más largas tienden a ser más afectadas por las dificultades en nombrar, así como las de menor frecuencia en su uso. Por otro lado, la capacidad para nombrar ha sido correlacionada en la literatura con la capacidad fonológica y la memoria. Por último, los errores en la función nominativa de tanto los lectores con y sin dificultades tienden a parecerse fonológicamente a la palabra que debe ser leída. Para estos autores, esto es un reflejo de que la representación de la palabra en la memoria es incompleta, falta de claridad o difícil de acceder y producir.

Herrera y Defior (2005) llevaron a cabo un estudio para determinar cómo contribuían al proceso inicial del aprendizaje de la lectura los

procesos de conciencia fonológica, memoria verbal a corto plazo y la denominación en niños cuyo idioma es el español. A tal efecto, estas autoras incluyeron en su muestra niños españoles y se sometió esta muestra a una batería de instrumentos diseñada para la valoración de las siguientes funciones: conocimiento prelector, *conciencia fonológica*, memoria fonológica y velocidad de acceso a la información fonológica de la memoria a largo plazo. El conocimiento prelector se evaluó por medio de una tarea de conocimiento de letras en minúscula. La conciencia fonológica se valoró por medio de varias tareas. Dentro de éstas se encontraban la detección silábica, la detección de rimas y otra de clasificación de palabras por su sonido inicial. La valoración de la memoria fonológica se llevó a cabo por medio de una prueba de retención de dígitos y otra de memoria de palabras sin sentido. La valoración de la velocidad de acceso a la información fonológica de la memoria a largo plazo se llevó a cabo por medio de una tarea de nominación.

Los resultados de esta investigación señalaron un pobre conocimiento de las letras, dentro de la función de conocimiento prelector, como era de esperarse en una muestra de niños a nivel preescolar. Dentro de las tareas de conciencia fonológica se notó una superioridad de la segmentación por sílabas, sobre la conciencia de rimas o de primer sonido, las cuales no difirieron entre sí. En relación con la memoria fonológica, las puntuaciones obtenidas por los integrantes de esta muestra son superiores en repetición de palabras sin sentido que en repetición de dígitos.

La correlación entre conciencia de rimas (sonido final) y la de conciencia de sonidos iniciales fue notable, aunque no lo haya sido con la de segmentación de sílabas. De acuerdo con estas autoras, esto indica que estas dos funciones pueden ser consideradas como independientes una de la otra. Se encontró también una relación significativa entre las dos tareas de memoria fonológica, dígitos y pseudopalabras, lo cual sugiere que éste es otro aspecto del aprendizaje inicial de la lectura al cual se le debe prestar atención.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio sus autoras llegan a la conclusión de que el conocimiento prelector es predictivo a todas las funciones evaluadas, así como la capacidad de segmentar palabras en

sílabas. Los otros componentes de la *conciencia fonológica*, rimas por sonidos finales y similitudes en el fonema inicial de la palabra, no muestran el mismo nivel de conocimiento explícito cuando el lector prospectivo se acerca a esta tarea.

Otro hallazgo interesante que reportaron Herrera y Defior (2005) es que era más difícil tomar conciencia de la segmentación de palabras monosilábicas que las multisilábicas. Aducen estas autoras que esto constituye una ventaja definitiva en la adquisición de la destreza de segmentación fonológica en el español, ya que pocas palabras de contenido son monosilábicas. Así mismo, las palabras más fáciles de segmentar comienzan con la combinación consonante vocal (CV), algo que es sumamente común en español.

Jiménez (1995) publicó un libro en el cual no solamente explora a fondo el proceso de la *conciencia fonológica* sino que ofrece, además, un instrumento para su evaluación y una amplia gama de ejercicios para su corrección. Este es parte de una línea de investigación seguida por este autor, la cual antecede dicha obra pero continúa vigente. Más recientemente, Jiménez y Venegas (2004) exploraron la relación entre la *conciencia fonológica* y las habilidades de lectura de una muestra de adultos con pobres destrezas en la misma.

Jiménez y Venegas (2004) aluden a definiciones de *conciencia fonológica* prevalecientes en la literatura, e indican que ésta demuestra que el conocimiento alfabético es necesario para que los niños puedan separar el inicio y las rimas y que la toma de conciencia de los inicios y las rimas es necesario para la lectura de las palabras y para llevar a cabo análisis fonéticos posteriores. El propósito de esta investigación fue el de constatar si los mismos problemas en la *conciencia fonológica* que impiden el desarrollo de la lectura en los niños se presentan en adultos con bajo rendimiento en la misma.

Participaron en este estudio adultos españoles con bajo rendimiento en la lectura. Los integrantes de esta investigación fueron sometidos a una serie de instrumentos de valoración de los procesos de la lectura, los cuales medían los siguientes aspectos de la misma: reconocimiento de

palabras, lectura de palabras y lectura de pseudopalabras. Se les administró también a los participantes del estudio la *Prueba de Conciencia Fonológica* (Jiménez, 1995). Dentro de ésta se midieron las siguientes funciones: mezcla, aislamiento, segmentación y omisión. Se incluyeron, además, sílabas de diferentes niveles de complejidad.

Los resultados obtenidos llevaron a estos autores a concluir que la complejidad de las sílabas utilizadas en la valoración de la *conciencia fonológica* era más importante que el tipo de tarea utilizada. Encontraron, además, que, una vez se haya establecido un nivel adecuado de reconocimiento de las letras, el manejo de los sonidos de inicio y de rima tomaban precedencia. No obstante, el conocimiento del nombre de las letras no contribuye en el idioma español al mejor manejo de los sonidos de inicio y rima. Inclusive, parecería ser que el análisis del inicio y la rima no es tan importante en el español como lo es el análisis de la vocal y las codas.

PROCESOS VISUALES Y DISLEXIA EVOLUTIVA

Lachmann y Geyer (2003) han retomado recientemente los conceptos avanzados por Orton (1937) y los han enmarcado en términos del conocimiento que se posee en la actualidad sobre la dislexia, sus causas y sus manifestaciones. Estos autores describen en detalle los postulados de Orton (1937), los cuales se presentan a continuación.

En primer lugar, Lachmann y Geyer (2003) encuentran que el cambio de énfasis que Orton (1937) le dio a la etiología de los trastornos de la adquisición de la lectura a favor de un modelo evolutivo fue meritorio, al igual que su aseveración de que un defecto evolutivo en el cerebro puede ser compensado con un buen tratamiento. Estos autores continúan señalando que su formación como neurólogo llevó a Orton (1937) a tomar en consideración el funcionamiento de ambos hemisferios, al igual que diferentes niveles de funcionamiento visual. Sobre las bases de esta formación Orton (1937) interpretó la alta frecuencia de zurdos de mano y de ojo dentro de los niños con discapacidades en la lectura, así como los errores que típicamente cometían durante la lectura, como el resultado de un trastorno evolutivo de la conexión interhemisférica.

Orton (1937) identificó tres tipos de errores típicos cometidos por estos niños. En primer lugar estaba la dificultad presentada por estos niños en diferenciar letras horizontal o verticalmente simétricas o rotadas, tales como la **p** y la **q**, la **b** y la **d** y la **p** y la **d**. Como se ha mencionado con anterioridad en el texto de este artículo, se les llamó *inversiones (reversals) estáticas* a estos errores. Orton (1937) notó también que los niños con *estrefosimbolia* tenían la tendencia de leer las palabras de derecha a izquierda, resultando en lo que llamó *inversiones (reversals) dinámicas*. Leer la palabra **sol** como **los** y **rama** como **amar** son ejemplo de este tipo de error. Orton (1937) también describió el hecho de que estos niños podían leer a veces mucho mejor en *espejo* que en la dirección de izquierda a derecha.

Según Lachmann y Geyer (2003), éstos errores, en ausencia de déficit visuales, eran los síntomas cardinales de la *estrefosimbolia*. Orton (1928) reconoció también una gama de otros síntomas relacionados con una pobre capacidad de lectura, pero los relegó a un papel secundario, como resultado de los obstáculos creados por las *inversiones (reversals)*. Lachmann y Geyer (2003) ponen en perspectiva los postulados de Orton (1937) indicando, en primer lugar, que éstos estuvieron basados en el conocimiento neurológico de los primeros 25 años del siglo XX.

Desde el punto de vista actual, una de las limitaciones de las ideas propuestas por Orton (1937) es la presunción de *monocausalidad* en los trastornos de la adquisición de la lectura. Es decir, en vez de postular una causa o etiología única para la dislexia, hoy se presume que este síndrome puede tener múltiples causas, las cuales pueden presentarse aisladamente o en conjunto. Es interesante notar, señalan Lachmann y Geyer (2003), que la causa de la dislexia postulada por Orton (1937) ha sido clasificada como parte de la teoría del déficit visual, cuando, en efecto, lo que él postuló fue una falta de coordinación entre la función visual y la fonológica. El hecho de que Orton (1937) sugirió una interacción entre ambos hemisferios fue un adelanto significativo, dado el énfasis que se le había puesto en los trastornos del hemisferio izquierdo durante la segunda mitad del siglo XIX y el principio del siglo XX.

Según Lachmann y Geyer (2003), la evidencia acumulada en la actualidad sugiere que ambos hemisferios registran las imágenes de las

letras en la misma perspectiva, pero parece ser que la transferencia de un hemisferio al otro puede crear la distorsión de la imagen en espejo. Así, un error atribuible a la presencia de una imagen en espejo se puede ver mejor como una falla en la recuperación de la memoria y no en la percepción inicial del estímulo. Aquí se hacen relevantes también los procesos fonológicos, los cuales pueden haber contribuido a una percepción errónea de la memoria visual acumulada, algo que Orton (1937) realmente no tomó en cuenta.

De acuerdo con este nuevo enfoque, el aprender a leer no está tan influido por la necesidad de suprimir la imagen en espejo, en el grafema, como es el conectarlo adecuadamente con su rótulo fonológico. En este caso, la imagen visual es hemisféricamente simétrica, mientras que la representación fonológica es hemisféricamente asimétrica, lo cual crea la necesidad de que esta esté bien establecida y que corresponda al grafema o representación visual.

Otro tema importante al respecto, el cual no es tratado exactamente de esta manera por Lachmann y Geyer (2003), pero que se adecua muy bien a como conciben la relación entre simetrías y asimetrías, es el siguiente. No hay un sistema visual específico a las letras, algo que estos mismos autores reafirman. Así, las leyes o reglas que se aplican a los estímulos visuales en general no pueden ser aplicadas de la misma manera en muchos casos a las letras, las cuales se convierten en estímulos visuales en los cuales las reglas de la percepción visual no siempre valen.

Un objeto tridimensional, visto desde diferentes ángulos, continúa siendo reconocido como el mismo objeto y, por lo tanto, evoca la misma memoria fonológica. Aun un estímulo bidimensional, como puede ser una figura geométrica, guarda la misma relación con su representación fonológica, sin importar que haya sido rotada vertical u horizontalmente. No ocurre así con un número de letras. Dentro de éstas se encuentran precisamente las que son motivos de errores de *inversión (reversals)*. El grafema **b** representa un engrama fonológico determinado. El grafema **p** no es el grafema **b** visto desde otro ángulo, sino que adquiere una identidad propia y está asociado con una representación fonológica diferente de la del grafema **b**.

Lo mismo ocurre con el grafema **d**, el cual no es el grafema **b** que ha sido rotado horizontalmente, sino que adquiere también una identidad propia y está asociado con otra representación fonológica. Si, en efecto, como postulaba Orton (1937), existe una debilidad o mal desarrollo del hemisferio izquierdo, el error de inversión no está basado en la intrusión de una imagen en *espejo* ubicada en el hemisferio derecho, sino en una falla en distinguir los fonemas auditivamente y en la memoria de la asociación entre el grafema determinado y su representación auditiva correspondiente.

Los proponentes de la *hipótesis del doble déficit* en la dislexia consideran que hay disléxicos con trastornos de la conciencia fonológica, disléxicos con trastornos de la función nominativa del lenguaje y disléxicos con ambos trastornos. De acuerdo con estos autores, son estos últimos los más afectados por esta condición. Según Badian (2005), por ejemplo, hay componentes auditivos relacionados con el aprendizaje de la lectura y en la dislexia, así como componentes visuales, aunque en años recientes se ha perdido interés por estos últimos. A partir de la publicación del trabajo de Vellutino (1979), el interés por la contribución de los procesos visuales a la dislexia disminuyó considerablemente.

Badian (2005) continúa citando un número de estudios que, no obstante las observaciones de Vellutino (1979), han mostrado correlaciones entre procesos visuales de *bajo nivel*, o de entrada, tales como el movimiento visual, la sensibilidad al contraste, el rastreo visual y el procesamiento temporal, y la lectura, o por lo menos ser capaces de diferenciar entre grupos de buenos y malos lectores. De acuerdo con esta autora, estos procesos visuales de *bajo nivel* también han sido asociados en la literatura con habilidades ortográficas.

Otras investigaciones a las cuales Badian (2005) hace referencia comparan dos tipos de disléxicos, fonológicos y ortográficos. Concluyen que el disléxico fonológico muestra un verdadero déficit, mientras que el ortográfico muestra un retardo en la adquisición de destrezas en la lectura y su funcionamiento en la lectura es similar al de niños de menor edad. Estos disléxicos, según los estudios revisados por Badian (2005), llegan a alcanzar niveles normativos de lectura eventualmente.

De acuerdo con Badian (2005), los disléxicos visuales tienen serias dificultades con la relación grafema-fonema durante las etapas iniciales del aprendizaje de la lectura, e incluso cuando ya leen tienen dificultades en recordar cómo son las palabras. Tienen dificultades en establecer memorias estables de las imágenes de las letras y las palabras, lo cual hace que la relación ortográfica-fonética no sea eficiente. Esto es importante, ya que los detalles de la información visual, incluyendo la orientación de las letras, influyen sobre la decodificación fonológica y semántica.

En los últimos años, según Badian (2005), se han realizado estudios que relacionan la presencia de pobre sensibilidad al movimiento visual, lo cual se ha considerado puede ser producto de una disfunción del componente magnocelular del sistema visual, con la tendencia a identificar letras de forma errónea y transponer las letras en el proceso de la lectura. Parece ser que la eficacia de la capacidad de fijar la vista y estabilizarla durante tareas que requieren movimientos oculares, tales como leer, es pobre en los disléxicos, lo cual crea, según Badian (2005), un *cruce* de las líneas de visión, que da la impresión de que las letras también se cruzan tanto individualmente como en su orden dentro de las palabras.

Graves, Frerichs y Cook (1999) presentaron una explicación del porqué los disléxicos presentan una serie de dificultades en los procesos visuales referida en la literatura. Además de dificultades en los procesos visuales identificados por medio de resonancias magnéticas y potenciales evocados, estos autores indicaron que los disléxicos tienden a tener una persistencia visual anormalmente prolongada, así como pobre sensibilidad a los contrastes lumínicos. Muestran, además, dificultades en tareas de enmascaramiento por metacontraste, en las cuales se enmascara un estímulo, por ejemplo, un punto, con otro, por ejemplo, un círculo a su alrededor. Graves, Frerichs y Cook (1999) indicaron también que los disléxicos tienden también a tener pobre capacidad para la detección de movimiento.

De acuerdo con estos autores, estas funciones visuales de *bajo nivel* o de *entrada* se encuentran relacionadas con el desempeño del componente magnocelular del sistema visual cortical, el cual responde con rapidez y de forma transitiva y tiene una alta sensibilidad al contraste lumínico.

Se han descubierto anomalías anatómicas en este sistema en pacientes disléxicos. Livingstone et al. (1991) presentan una amplia descripción de estos hallazgos.

De acuerdo con Graves, Frerichs y Cook (1999), los individuos con historial de diagnóstico de trastornos de la lectura ejecutaron por debajo de controles en una tarea en la cual se les requería localizar estímulos visuales pequeños, expuestos brevemente. Sin embargo, advierten que los datos recabados no pueden ser utilizados para determinar que su origen está en un defecto del componente magnocelular del sistema visual.

El funcionamiento del componente magnocelular, capaz de detectar cambios en el contraste lumínico, en ausencia de color, mayor representación en la periferia de la retina y papel predominante en los lóbulos parietales, sugiere que éste está mejor dotado para detectar los estímulos utilizados en esta investigación que el sistema parvocelular, caracterizado por una respuesta más lenta y sostenida.

PROCESOS AUDITIVOS Y DISLEXIA EVOLUTIVA

King et al. (2003) exploraron la idea de que si en los problemas de conciencia fonológica y lenguaje que se ven en los disléxicos existe una patología subyacente de los procesos auditivos a nivel sensorial y perceptual. Para comprobar esta hipótesis, estos autores les administraron a los integrantes de un grupo de adultos disléxicos y otro de controles dos instrumentos de valoración de la audición. Uno de éstos es sensitivo a los trastornos de la frecuencia y patrones auditivos y el otro a los trastornos de la percepción de la duración. Los resultados demostraron que los integrantes del grupo de los disléxicos ejecutaron las dos tareas auditivas peor que los controles.

Sin embargo, no se pudo establecer correlación entre estas dos medidas de trastornos del procesamiento auditivo con otras medidas que diferenciaron a ambos grupos, tales como resultados en tests estandarizados de lectura. Según estos autores, estos hallazgos plantean la posibilidad de que algunos disléxicos tengan trastornos del procesamiento auditivo.

CONCIENCIA MORFOLÓGICA Y DISLEXIA EVOLUTIVA

De acuerdo con Casalis, Colé y Sopo (2004), la relación entre el proceso de la lectura y la conciencia fonológica, así como la relación entre una pobre conciencia fonológica y los trastornos de la lectura, han sido ampliamente validadas en la literatura. Sin embargo, las palabras, sobre todo en sistemas alfabéticos, no solamente tienen aspectos fonológicos, sino también aspectos morfológicos. Para estos autores, la morfología se refiere al nivel de análisis más pequeño dentro de la palabra o *morfema* que tenga algún tipo de significado. Así, por ejemplo, la palabra *paraguas* tiene dos elementos de significado o *morfemas*, *para* y *aguas*, al igual que la palabra *invisible*, la cual se puede desglosar en un prefijo *in*, que tiene el significado de *no*, y *visible*, que conlleva el significado de que puede ser visto.

De acuerdo con Casalis, Colé y Sopo (2004), hay diferentes tipos de morfemas. Algunos son *raíces*, tales como por ejemplo en la palabra *notable*, la raíz *nota*, la cual tiene el significado de que se destaca o llama la atención. Otros, especialmente los prefijos y los sufijos, no tienen significado propio sino que están de alguna manera ligados a otra palabra. En el ejemplo de la palabra *invisible*, el prefijo *in* es uno de estos morfemas que tienen sentido solamente si van con otra palabra. También hay las llamadas *inflexiones*, las cuales pueden denotar género, número y tiempo. Otros morfemas pueden cambiar la categoría sintáctica de la palabra, por ejemplo, *respetable* y *respetuoso*, ambas tienen la misma raíz, referente a *respeto*, pero la terminación cambia notablemente su significado.

En resumidas cuentas, estos autores señalan que una nueva palabra puede ser descifrada en términos de los morfemas que la componen, mientras que también se pueden formar nuevas palabras uniendo diferentes morfemas. Las reglas implícitas del uso de la morfología reflejan diferentes procesos cognoscitivos, los cuales incluyen niveles *metalingüísticos* y *epilingüísticos*, entendiendo por estos últimos la organización implícita del conocimiento. El propósito de esta investigación, según Casalis, Colé y Sopo (2004), fue explorar una serie de preguntas hasta entonces no contestadas sobre la relación entre la *conciencia morfológica* y la dislexia. Estos autores se preguntaron cómo los disléxicos ejecutaban tareas de morfología

oral y cuál podía ser la relación entre la *conciencia fonológica* y la *conciencia morfológica*. Plantearon su enfoque a estos problemas desde dos puntos de vista. Por ejemplo, si existen pobres habilidades fonológicas, ¿impiden estas el desarrollo de una capacidad de análisis morfológico? Por otro lado, ¿puede una experiencia de lectura pobre interferir con la capacidad para identificar y extraer unidades morfológicas a partir del texto?

En un primer estudio reportado por estos autores se exploraron las capacidades de conciencia morfológica de los disléxicos. A tal efecto, Casalis, Colé y Sopo (2004) incluyeron en una primera investigación una muestra de disléxicos. Fueron seleccionados como disléxicos por estar enrolados por un tiempo considerable en programas de enseñanza correctiva de la lectura y no tener antecedentes de falta de estimulación, así como un curso de tratamiento con poco adelanto. El grupo de control seleccionado tenía una edad de lectura comparable, aunque eran menores, por supuesto, en edad cronológica. Un segundo grupo fue seleccionado en términos de la edad cronológica. Se excluyeron de ambos grupos participantes que tenían puntuaciones por debajo del percentil 25 en un instrumento no-verbal de medición de la inteligencia.

Se les administró a todos los participantes de esta investigación una batería de instrumentos, la cual incluyó medidas de comprensión sintáctica, lectura, análisis morfológico, sustracción de sufijos, derivación en oraciones incompletas, producción después de una definición y fluidez morfológica.

Los resultados de esta investigación revelaron que los niños disléxicos tenían habilidades morfológicas muy por debajo de los controles. Los autores hacen la salvedad, sin embargo, de que los disléxicos presentaban también pobres habilidades en tareas de *conciencia fonológica* y experiencia en la lectura. Los resultados que señalan el papel de la pobre *conciencia morfológica* no están totalmente claros. No obstante, la diferencia entre el grupo de disléxicos y los controles por nivel de lectura sí señalan claramente la presencia de un desarrollo muy pobre en la *conciencia morfológica* en los primeros.

Dentro de las explicaciones ofrecidas por estos autores se encuentra que la pobre *conciencia fonológica* presentada por los disléxicos interfiere

con los pasos iniciales de la *conciencia morfológica* que dependen de la capacidad de segmentación. Otra posible explicación consiste en que las respuestas orales no correspondan a las palabras escritas, ya que, por ejemplo, los sufijos tienen que ser pronunciados de forma separada en el análisis de las palabras.

Con el fin de clarificar la relación entre los aspectos fonológicos y morfológicos, Casalis, Colé y Sopo (2004) llevaron a cabo una segunda investigación, la cual reportaron en el mismo artículo. En ésta, estos autores estudiaron las diferencias en destrezas morfológicas en disléxicos con diferentes niveles de destrezas fonológicas. Trabajaron con dos grupos diferentes de disléxicos, los que presentaban trastornos en la *conciencia fonológica* y los que presentaban un retardo en la lectura, es decir, quienes mostraban patrones muy parecidos a los de los controles por edad de lectura.

Mientras que ambos grupos difirieron significativamente en habilidad fonológica, no fue así en las medidas de habilidad morfológica. Esto llevó a estos autores a concluir que el hecho de que los disléxicos por retardo en la lectura no ejecutaron mejor en tareas de análisis morfológico de la palabra, puede indicar que el conocimiento morfológico depende más de la edad y la experiencia en la lectura, independiente de los factores fonológicos.

Bourassa, Treiman y Kessler (2006) exploraron el uso de la morfología o toma de *conciencia morfológica* en la ortografía en niños con y sin diagnóstico de dislexia. Estos autores describen las causas comunes de las dificultades en la ortografía como proceso de correspondencia entre los fonemas y los grafemas. Una pobre *conciencia fonológica* ha sido descrita como una de las dificultades comunes para alcanzar una buena ortografía. La presencia de irregularidades en la correspondencia entre fonema y grafema puede ser también otra fuente de dificultades para llegar a tener una buena ortografía.

La morfología, o la composición de la palabra, puede ser útil en el desarrollo de una buena ortografía cuando hay dificultades en la *conciencia fonológica*. En esta investigación los autores estudiaron el uso de

la morfología para la resolución de problemas originados en los aspectos fonológicos, tanto en niños con dislexia como en aquellos con un rendimiento adecuado en la lectura.

De acuerdo con Bourassa, Treiman y Kessler (2006), los niños no aprenden inicialmente la correspondencia entre el fonema y el grafema. Antes de esto se desarrollan destrezas tales como la percepción del sonido inicial de la palabra. Así, en la palabra *flauta*, si el niño no se ha percatado de la composición de la sílaba *fla*, escribirá la palabra como *fauta*. De acuerdo con estos autores, esta dificultad no refleja ninguna irregularidad en la palabra, sino una falta de toma de conciencia por parte del niño de los sonidos componentes de la sílaba inicial de la misma.

Otra fuente de errores en la ortografía viene de la irregularidad de la correspondencia entre fonema y grafema. No obstante, si bien el idioma español no es estrictamente regular en todas las ocasiones en la correspondencia de fonema y grafema, lo es lo suficiente para que, quizás, este aspecto no sea una fuente común de errores en la ortografía. La pronunciación de la *z* como *s* o *c* en la América Latina es quizás una de las mayores fuentes de irregularidad en el español. También lo puede ser la pronunciación de la *g* y la *j*.

De acuerdo con estos investigadores, tanto los niños mayores con dislexia como los niños más jóvenes no utilizan eficientemente la morfología o estructura de la palabra para asistirse en la representación ortográfica de la misma. Por ejemplo, en una palabra morfológicamente compleja, es decir, en la cual hay una raíz y una adición, tal como *controlador*, los niños con dislexia y los lectores jóvenes no afectados pueden escribir correctamente la raíz (*controla*), pero tienden a tener dificultades con la adición (*dor*). Esta dificultad no se refleja necesariamente en la escritura de palabras morfológicamente menos complejas, como por ejemplo, *mayor*, en la que la raíz es, en efecto, la palabra. Según Bourassa, Treiman y Kessler (2006), esto indica la presencia de una dificultad en la toma de conciencia de los segmentos morfológicos o unidades con significado que componen la palabra. Así, el hacer conciente al niño con dislexia o al niño joven de la estructura de las palabras en términos, por ejemplo, de raíz y sufijo o prefijo y raíz puede mejorar la toma de

conciencia de sus segmentos componentes y mejorar la representación ortográfica de la misma.

TRASTORNOS DEL LENGUAJE Y DISLEXIA EVOLUTIVA

Charles Njokiktjien (1993) clasificó la dislexia dentro de un cuadro evolutivo de afectación del lenguaje, o *disfasia evolutiva*. Este autor describe una secuencia evolutiva que incluye trastornos en la psicomotricidad temprana, el pobre desarrollo del habla y del lenguaje, y consecuentemente, la presencia de serias dificultades en el aprendizaje de la lecto-escritura o dislexia. Para Njokiktjien (1993), el estudio del historial evolutivo del niño es de suma importancia para mejor determinar la presencia de un cuadro de dislexia. Para este autor, el inicio de la dislexia es precedido por la presencia de un cuadro de *disfasia evolutiva*. El síntoma clave de este síndrome es una perturbación de *la transición del objeto observado, la memoria, el sentimiento, los pensamientos o la idea, a la palabra hablada, el cuento, y la expresión verbal en general, pero también al habla interna* (p. 211).

Este autor continúa describiendo la *disfasia evolutiva* en términos de la función nominativa del lenguaje o la fluidez verbal, e indica que se ha descrito la *disfasia evolutiva* como un trastorno de la capacidad de recuperar memorias verbales. Esto, a su vez, según indica Njokiktjien (1993), afecta diversos componentes del habla y del lenguaje, entre éstos la articulación, la construcción de oraciones, la memoria verbal a corto plazo, la percepción auditiva y la comprensión del lenguaje.

Contribuyen también a este cuadro, según Njokiktjien (1993), los problemas de memoria auditiva, los problemas del aparato fonoarticulatorio y los problemas de percepción auditiva. Otro tipo de problemas que, según Njokiktjien (1993), impactan adversamente el desarrollo del lenguaje y contribuye a la *disfasia evolutiva* es el *disgramatismo*. El balbuceo está frecuentemente ausente en estos niños y para los dos años muchos todavía no han pronunciado palabras. Posteriormente, el niño es parco en sus verbalizaciones y se comunica en frases cortas de manera *telegráfica*.

Njiokiktjien (1993) continúa describiendo esta cadena de eventos indicando que el niño relata historias y cuentos de manera caótica, con titubeos frecuentes y presencia de dificultades al acceso a las palabras, que ocurren con más frecuencia en el diálogo que en la comunicación espontánea. El uso del lenguaje, según Njiokiktjien (1993), presenta en estos niños *disgramatismos*, es decir, falta de concordancia entre género, número y tiempo, errores de la sintaxis y sustituciones parafásicas, tanto literales (fonéticas) como verbales (conceptuales).

De acuerdo con Njiokiktjien (1993), el proceso de aprendizaje de la lectura puede ser descrito en términos de tres estrategias, la *logográfica*, la *alfabética* y la *ortográfica*. El aprendizaje de la lectura presupone también que hay un dominio relativamente adecuado del idioma nativo del niño. En la etapa inicial de la lectura, describe Njiokiktjien (1993), el niño tiene que aprender las palabras como conjuntos o formas, es decir, utilizando una estrategia *logográfica*, y tiene que asociarla con palabras o sonidos de su idioma nativo. Surge aquí lo que se ha denominado la *correspondencia grafema-fonema*. Esta *correspondencia grafema-fonema* presupone que haya procesos viso-perceptivos funcionales, así como una capacidad adecuada para la memoria visual. La presencia de rotaciones, inversiones, descuido, o pobre reconocimiento de la Gestalt, pueden interferir de manera adversa con la adquisición inicial de la lectura. Este proceso da pie a lo que algunos autores han denominado como *dislexia visual* o *diseidética* (Boder, 1993) o *perceptual* (Bakker, 1992).

De acuerdo con Njiokiktjien (1993), la próxima estrategia utilizada por el niño en el aprendizaje temprano de la lectura es *alfabética*. Esta está basada en la toma de conciencia de que las letras no corresponden solamente a sus nombres, sino que representan sonidos o fonemas. Este autor continúa indicando que esta etapa de la *correspondencia grafema-fonema* puede presentar dificultades por motivo de una pobre *conciencia fonológica*, de lo cual resulta lo que se ha denominado una *dislexia disfonémica* (Boder, 1973). Este aspecto de la asociación grafema-fonema requiere una transferencia entre modalidades (visual y auditiva), así como procesos de memoria. La asociación entre la información de la modalidad visual y la auditiva requiere un proceso de transferencia en la región parietal izquierda o región parieto-témporo-occipital, tal y como la describió

ampliamente el neurólogo norteamericano Norman Geschwind (1965) y ha sido ya ampliamente revisada en este artículo. Los niños con *trastornos de la memoria auditiva*, según Njiokiktjien (1993), corren también el riesgo de no poder desarrollar adecuadamente el proceso de la lectura a este nivel.

De nuevo, dos fuentes de posibles dificultades se evidencian en la *estrategia alfabética* de aprendizaje de la lectura. En primer lugar, puede haber un trastorno de la memoria o conexión intersensorial por un lento o inadecuado desarrollo de la región parieto-témporo-occipital del hemisferio izquierdo. En este caso, el grafema no evoca la memoria auditiva adecuada y el fonema correspondiente, lo cual impide la conexión entre ambos. Una segunda fuente de dificultad en este nivel del aprendizaje de la lectura puede ser un pobre desarrollo de la *conciencia fonológica*, es decir, la capacidad para percatarse de los diferentes segmentos en que se dividen las palabras (sílabas), así como los fonemas que las componen. De acuerdo con Njiokiktjien (1993), las dificultades en la audición fonémica afectan también la comprensión del lenguaje hablado, su expresión, así como la memoria auditiva.

Una vez lograda la implementación de las estrategias *logográfica*, *alfabética* y *ortográfica*, hay un cambio hacia otro tipo de actividad lectora, la comprensión de lo que se ha leído. Aun cuando el niño maneje bien estas estrategias de la decodificación de la palabra escrita, los procesos del lenguaje relacionados con el hemisferio cerebral izquierdo pueden afectar de forma adversa el aprendizaje de la lectura. Este tipo de problema ocurre primordialmente cuando la red semántica no ha sido debidamente establecida. Según Njiokiktjien (1993), la gran mayoría de los disléxicos pertenecen al grupo con pobre desarrollo de las habilidades lingüísticas del hemisferio izquierdo. Todas las dificultades y la falta de desarrollo adecuado de los procesos del lenguaje que ocurrieron durante el desarrollo temprano y continúan en la edad escolar vienen a tener un impacto adverso sobre el aprendizaje de la lectura, especialmente la comprensión, en estos niños. Este es el tipo de *dislexia lingüística* descrito por autores tales como Bakker (1992) y se asocia frecuentemente con la *dislexia disfonética* (Boder, 1973).

La relación entre los aspectos de mecánica de la lectura y la comprensión pueden también jugar un papel importante en las dificultades con esta última. Es decir, una lectura lenta y llena de errores de decodificación afecta adversamente a los aspectos de memoria y de manejo sintáctico del material que está siendo leído. No obstante lo expuesto con anterioridad, según Bishop y Snowling (2004), la dislexia y los trastornos específicos del lenguaje fueron considerados por mucho tiempo como dos entidades diagnósticas distintas. En este artículo, estos autores abordaron este tema con el objetivo de clarificar la relación entre estas dos entidades. Si bien la dislexia fue considerada como un trastorno de los procesos visoperceptivos durante la década de 1960, posteriores conceptualizaciones la enmarcaron dentro de los trastornos del lenguaje. En este artículo Bishop y Snowling (2004) hacen una revisión a fondo de la literatura relacionada con ambas condiciones y proponen un modelo que, en efecto, argumenta a favor de mantener ambas entidades como conceptos diagnósticos distintos, aunque muy relacionados entre sí.

Para estos autores, si bien ha habido una tendencia a implicar trastornos de la conciencia fonológica en la dislexia, existen otras dificultades que interfieren con la adquisición de la lectura en niños con trastornos específicos del lenguaje. Dentro de éstas se encuentran dificultades con la semántica, la sintaxis y el discurso, las cuales se pueden presentar en niños con pobre comprensión de la lectura, en ausencia de trastornos de la conciencia fonológica. Es decir, para estos autores, la dislexia y los trastornos específicos del lenguaje no son parte del mismo continuo con diferentes grados de severidad. A tal efecto, Bishop y Snowling (2004) sostienen que existen factores fonológicos y no-fonológicos que afectan adversamente la adquisición de la lectura en niños con trastornos específicos del lenguaje. Otro motivo por el cual estos autores abogan por mantener la distinción entre estas entidades es que, a pesar de que a nivel conductual puede haber similitudes entre ellas, a otros niveles existen diferencias notables. Dentro de éstas están procesos cognitivos, neurobiológicos y etiológicos diferentes.

En otra investigación llevada a cabo mucho más recientemente, Viholainen et al. (2006) estudiaron también la relación entre el desarrollo motor temprano y las destrezas de lenguaje y posteriormente la lectura.

Estos autores partieron de la noción de que las dificultades en las destrezas motoras se encuentran frecuentemente en conjunto con dificultades en la lectura. A tal efecto, la coexistencia de trastornos motores y dislexia es aproximadamente un 60%. Viholainen et al. (2006) indican en este artículo que pocas investigaciones han vinculado los trastornos del desarrollo motor con los antecedentes de dificultades en el desarrollo del lenguaje que se asocia frecuentemente con la presencia de la dislexia.

Con el fin de estudiar la relación entre el desarrollo motor y el desarrollo del lenguaje como antecedentes del proceso de la lectura, estos autores incluyeron en este estudio un grupo en *riesgo familiar* de dislexia, por tener antecedentes de dificultades bien definidas en la lectura en al menos uno de los padres. Ninguno de los participantes presentó trastornos cognoscitivos, físicos o sensoriales. Todos fueron producto de una gestación normal y a término. Tampoco hubo diferencias entre ambos grupos en el nivel educativo de los padres.

Los resultados de esta investigación demostraron que los niños con desarrollo motor lento, pertenecientes al grupo con riesgo familiar de dislexia, tenían un vocabulario y una capacidad de inflexión reducidos, tanto a las edades de 3 años y medio como a los 5 años. Paradójicamente, las niñas tenían mayor afectación que los niños pertenecientes a esta muestra. Este grupo de niños, con *riesgo familiar* de dislexia y desarrollo motriz temprano lento, presentaba también mayor lentitud en la lectura, tanto de palabras como de pseudopalabras al final del primer grado de primaria.

Estos resultados apoyan también las observaciones hechas con anterioridad por otros investigadores que los niños que posteriormente desarrollan dislexia presentan retraso en tareas psicomotrices claves, tales como sentarse y caminar.

DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD Y DISLEXIA EVOLUTIVA

Aaron et al. (2002) abogaron por la diferenciación entre los trastornos de la lectura causados por factores que atañen el proceso de decodificación

de la palabra escrita de aquellos que están involucrados con el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Según Aaron et al. (2002), los trastornos de la lectura pueden tener dos causas principales. Estas son las dificultades en la decodificación de la palabra escrita y la comprensión. Estos autores describen estos dos aspectos de la lectura como componentes de la misma, ya que pueden presentarse problemas en una u otra función independientemente. Para Aaron et al. (2002), la dificultades en la conciencia fonológica constituyen el principal problema de las dificultades de decodificación.

En su artículo, Aaron et al. (2002) reportaron una alta tasa de comorbilidad entre los trastornos de la lectura y el TDAH. Esto, a pesar de que describen estas dos entidades como producto de disfunciones en procesos cognoscitivos muy diferentes. Los trastornos de la lectura fueron descritos como dificultades relacionadas con el lenguaje, y de ahí la involucración de la conciencia fonológica. Por otro lado, el TDAH es el producto de trastornos en las funciones ejecutivas y del control de impulsos.

La investigación llevada a cabo por Aaron et al. (2002), y descrita a continuación, se refiere primordialmente al estudio de individuos con trastornos de la lectura o dislexia, cuya ejecución está caracterizada por una pobre capacidad de decodificación. En este sentido, estos autores proponen un método alternativo de diagnóstico para diferenciar pacientes con trastornos de la lectura de pacientes con el tipo inatento del TDAH, así como pacientes que sufran de ambos trastornos en condición de comorbilidad.

En vez de llevar a cabo un estudio de diferencias entre grupos, estos autores propusieron investigar las diferencias intraindividuales en diferentes instrumentos diagnósticos, según el grado diferencial de atención que cada uno requiere. Basaron su modelo en dos premisas básicas. La primera de éstas es el hecho de que los lectores, con discapacidades o no, tienden a ejecutar peor tareas que tienen una alta demanda de atención. La segunda premisa es que el patrón de ejecución entre pacientes con trastornos de la lectura y pacientes con TDAH difiere en tareas que requieren ejecución continuada. Estas exigen que la atención sea sostenida por un período de tiempo.

Participaron en esta investigación niños que habían sido identificados por sus maestros como en riesgo de presentar trastornos de la lectura. Se les administró a estos niños una batería de instrumentos psico-educativos diseñados para la valoración de diferentes componentes del proceso de la lectura, conjuntamente con el *Test de Ejecución Continuada de Connors-II* (CPT; Connors et al., 1995).

En términos de destrezas de decodificación en la lectura, los pacientes con TDAH obtuvieron puntuaciones dentro del límite de lo normal, mientras los que presentaban trastornos en la lectura obtuvieron puntuaciones significativamente más bajas. En términos de la capacidad de comprensión auditiva, los pacientes con TDAH obtuvieron puntuaciones más bajas en esta destreza que en la capacidad para comprender a partir de un texto, la cual estaba dentro de los límites normales. Esto es contrario a lo que se encuentra habitualmente en pacientes disléxicos. Los autores postularon que era muy posible que la comprensión auditiva tuviese una mayor carga de atención que la lectura en sí.

Por último, los autores de esta investigación reportaron que el grupo de niños con trastornos de la lectura y el tipo inatento del TDAH mostraron dificultades tanto en decodificación y comprensión como en atención. Es interesante notar que, según los resultados de esta investigación, los procesos subyacentes a la dislexia y al TDAH, particularmente el tipo inatento, difieren y resultan en síndromes claramente distintos, aunque, indudablemente, se pueden presentar en condición de comorbilidad.

MEMORIA DE TRABAJO Y DISLEXIA EVOLUTIVA

Swanson, Howard y Sáez (2006) se plantearon la pregunta en cuanto a si diferentes componentes de la memoria de trabajo constituyen las causas de diferentes tipos de discapacidades en la lectura. Para llevar a cabo su estudio, estos autores adoptaron el modelo de memoria de trabajo desarrollado por Baddeley (1986). Este modelo postula la existencia de un *circuito fonológico*, así como un *tablero viso-espacial*. El *circuito fonológico* está limitado en su capacidad de almacenamiento por su corta duración y es responsable del almacenamiento temporal de la información verbal. Para mantener la información dentro de este circuito de corta duración se

depende de la capacidad articulatoria. El *tablero viso-espacial* es responsable del almacenamiento a corto plazo del material visual y espacial y participa activamente en la formación de imágenes visuales.

Swanson, Howard y Sáez (2006) distinguen la *memoria de trabajo* de la *memoria a corto plazo*. Para estos autores, la primera es más activa, ya que sostiene la información, mientras otros procesos se llevan a cabo. La *memoria a corto plazo*, por el contrario, es más pasiva, ya que sirve solamente para el almacenamiento como paso a la memoria a largo plazo. Es como si en la *memoria de trabajo*, el material se almacena con miras a decidir qué se va a hacer con él y, por lo tanto, le pone una carga mayor al *sistema central ejecutivo*. La *memoria a corto plazo* se basa en el ensayo, el cual puede ser fonológico y mediado por el habla.

Los autores de este artículo señalan que tanto la *memoria de trabajo* como la *memoria a corto plazo* juegan un papel importante en el proceso de la lectura. No obstante, se ha hecho tradicionalmente difícil diferenciar el efecto de estos procesos, ya que las tareas utilizadas para su valoración están altamente correlacionadas. En este sentido, Swanson, Howard y Sáez (2006) avanzaron la hipótesis que los niños disléxicos con trastornos de la decodificación y de la comprensión muestran déficit en el sistema fonológico, mientras los que demuestran buena capacidad para la decodificación, en presencia de trastornos en la comprensión, muestran déficit en la memoria de trabajo como una de las actividades relacionadas con la función ejecutiva.

Expresado de otra manera, los niños con fluidez en el reconocimiento de las palabras (decodificación), pero con comprensión deficiente, deben mostrar déficit específicos en las funciones ejecutivas. Por el contrario, los niños con problemas tanto del reconocimiento de las palabras (decodificación) como de la comprensión de la lectura deben ejecutar pobremente en tareas de *memoria de trabajo*, como reflejo de dificultades relacionadas con el sistema central ejecutivo. Para determinar con mayor exactitud la contribución del déficit en el sistema central ejecutivo a los trastornos de la lectura, Swanson, Howard y Sáez (2006) identificaron dos actividades del mismo para ser valoradas en su estudio. La primera de estas fue la *inhibición* o capacidad para detener la ejecución de

respuestas erróneas. La segunda actividad fue la *velocidad de procesamiento*. En este sentido, una capacidad más rápida de procesamiento permite la acumulación de mayor información y una toma de decisiones también más rápida y eficiente.

Se utilizaron en este estudio instrumentos para valorar las siguientes funciones en todos los participantes: lectura de palabras aisladas, velocidad de lectura de palabras sin sentido y palabras reales y comprensión de párrafos. Los participantes fueron divididos en cuatro grupos, según los resultados obtenidos en estos instrumentos. Los grupos fueron: niños con trastornos en la lectura (TL), quienes tenían bajas puntuaciones en decodificación y comprensión en la lectura; niños con buen reconocimiento de palabras y bajas puntuaciones en comprensión; lectores aventajados, con buen reconocimiento y buena comprensión de la lectura; lectores pobres, con bajo CI Verbal y pobres capacidades de decodificación y comprensión.

Se les administraron a los integrantes de los cuatro grupos medidas de velocidad de procesamiento, procesamiento fonológico, inteligencia verbal, memoria a corto plazo, memoria de trabajo, inhibición y comprensión escrita de la aritmética. A partir de los hallazgos obtenidos en estos instrumentos por los cuatro grupos de participantes, Swanson, Howard y Sáez (2006) han podido derivar un número extremadamente fructífero de conclusiones, algunas de las cuales se esbozan a continuación. Los resultados obtenidos por estos autores demostraron, como era de esperarse, que los lectores aventajados obtuvieron mejores puntuaciones que todos los grupos con dificultad en la lectura en tareas que miden los procesos de memoria de trabajo, velocidad de procesamiento e inhibición. Los niños con trastornos de la lectura limitados a la comprensión ejecutaron mejor las tareas de memoria de trabajo que los niños con TL, y este grupo, a su vez, las ejecutó mejor que los lectores pobres.

Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación no apoyaron, según sus autores, el papel de los aspectos fonológicos para diferenciar entre los grupos con dificultades en la lectura. Hubo también hallazgos que sugieren que las diferencias en memoria de trabajo e inhibición que diferencian a los lectores aventajados de los otros tres

grupos no se pueden atribuir necesariamente a la lectura solamente. Estos resultados sugieren que los niños con problemas de comprensión solamente tienen una ventaja sobre los pertenecientes al grupo TL, sólo por tener mejor capacidad de almacenamiento y no por ningún aspecto de orden ejecutivo. Sin embargo, los niños con trastornos de la comprensión solamente sí difieren significativamente de los lectores aventajados en los aspectos ejecutivos de la memoria de trabajo y no en la memoria a corto plazo ni en los aspectos fonológicos. Inclusive, los niños pertenecientes al grupo TL mostraron cierta ventaja sobre este grupo en el control de la inhibición.

En otro estudio sobre la lectura y la memoria de trabajo, McCallum et al. (2006) investigaron la relación entre esta última y los procesos de ortografía, fonología y rapidez en la función nominativa. Como era de esperarse, la lectura estuvo significativamente correlacionada con los tres grandes procesos que la afectan: ortografía, la capacidad fonológica y la rapidez de la función nominativa. Esto confirma, una vez más, el carácter de composición múltiple del proceso de la lectura y sugiere que si hay fallas en el mismo, se deben explorar estos procesos. Además de esto, las medidas de memoria visual y memoria auditiva utilizadas en esta investigación tuvieron correlación significativa con las siguientes medidas de lectura: comprensión, fluidez, ortografía, decodificación y rapidez en la función nominativa. A partir de estos resultados, McCallum et al. (2006) concluyen que la memoria es un proceso subyacente a la lectura y que puede ser la causa de trastornos en la misma.

HIPÓTESIS DEL DOBLE-DÉFICIT Y DISLEXIA EVOLUTIVA

Aproximadamente unos 20 años después que Frank Vellutino (1979) afanzara la noción de que la conceptualización de la dislexia como producto de dificultades visuales no era suficiente y que ésta estaba íntimamente ligada a fallas en el proceso de conciencia fonológica, ocurrió otro hito en la comprensión de esta condición (Wolf & Bowers, 1999). Esta fue la llamada *hipótesis del déficit doble*. De acuerdo con estas autoras, la dificultad principal de la dislexia radicaba en que el déficit en la conciencia fonológica impedía el buen desarrollo de las destrezas de decodificación de las palabras, lo cual, a su vez, resultaba en un mal desarrollo de las destrezas de comprensión.

No obstante, de acuerdo con estas autoras, las investigaciones dan fe de que los individuos con muy pobres destrezas en la lectura presentan también serias dificultades en la función nominativa del lenguaje, sobre todo en situación de confrontación. Insisten, además, en que la literatura respalda el hecho de que los aspectos fonológicos y los relacionados con la función nominativa del lenguaje aportan diferencialmente al proceso de la lectura y, por ende, a la dislexia. Estas autoras avanzan la idea en este artículo referente a que tanto los aspectos fonológicos como la función nominativa del lenguaje pueden afectar adversamente la lectura.

A partir de estas ideas, Wolf y Bowers (1999) sugieren la presencia de varios tipos de disléxicos. A un grupo lo caracterizan por dificultades en la *velocidad de la lectura* y proponen que sus miembros presentan déficit en la velocidad de nombrar, con habilidades fonológicas intactas, pero, no obstante, con dificultades en la comprensión. Otro grupo presenta dificultades en la conciencia fonológica, con buena velocidad lectora. El tercer grupo padece de ambas dificultades, es decir, tiene poca velocidad en la lectura, pobre capacidad de análisis fonológico, lo que redundaría en fallas en la comprensión. Uno de los requisitos de la lectura dentro del concepto de la *hipótesis del déficit doble* es que como tarea de nombrar en confrontación, ésta requiere que el proceso se haga rápidamente, introduciendo un componente de requisito de velocidad, el cual la diferencia de otras tareas de nombrar en confrontación. Además de esto, el proceso de nombrar en la lectura se lleva a cabo en serie y confrontando estímulos que se repiten durante el proceso.

De acuerdo con el modelo propuesto por Wolf y Bowers (1999), el nombrar letras rápidamente requiere los siguientes componentes. En primer lugar, la focalización de la atención sobre la letra como estímulo. Esto es seguido por procesos visuales que involucran a ambos hemisferios y que son responsables por la detección inicial de las características del estímulo, la discriminación visual y la identificación de la letra o del patrón de letras.

Posteriormente, se hace necesario integrar las características distintivas y el patrón de letras con representaciones ortográficas almacenadas con anterioridad. El próximo paso es la integración de la información visual

con representaciones fonológicas previamente almacenadas. El siguiente paso es el acceso y recuperación del rótulo fonológico. Después sigue la integración de información semántica y conceptual. El proceso culmina con la activación motora que lleva a la articulación.

A través de todo este proceso, de acuerdo con estas autoras, el proceso de velocidad es crucial para la eficiencia de las operaciones dentro de cada uno de sus subcomponentes. Las demandas de rapidez van a variar según las características de los estímulos. Así, por ejemplo, el nombrar números tiende a ser más rápido que nombrar letras y palabras. La correspondencia del sistema numérico es más precisa que el del sistema alfabético. Dentro de este marco teórico, el papel de los procesos fonológicos es crucial, ya que facilitan el acceso a las representaciones fonológicas y a los rótulos fonológicos.

Wolf y Bowers (1999) no limitan la participación de los procesos fonológicos solamente a la conciencia fonológica. Describen como pertenecientes a la esfera de lo fonológico a otras funciones, tales como la fluidez semántica y el desarrollo del vocabulario expresivo. Comentan que el énfasis que se ha hecho sobre los componentes cognoscitivos de estas funciones ha opacado su carácter fonológico. En relación con la función nominativa del lenguaje y su velocidad, estas autoras describen los diferentes niveles de procesos involucrados en esta función en relación con la lectura. Estos van desde procesos visuales de bajo nivel hasta procesos conceptuales de alto nivel. Representan una medida de cómo se establecen las conexiones entre lo visual y lo verbal. A tal efecto, Wolf y Bowers (1999) recomiendan que si se detectan fallas tempranas en la función de nombrar con rapidez, éstas pueden servir para alertar a los investigadores sobre posibles debilidades en el desarrollo de la lectura, siendo, posiblemente, inclusive, factores causativos.

De acuerdo con Wolf y Bowers (1999), el nombrar estímulos presentados en series, como es el caso en la lectura, está mejor correlacionado con varias medidas de ésta que nombrar estímulos aislados. Esto no quiere decir, sin embargo, que no haya investigaciones en las cuales se ha reportado una relación entre nombrar estímulos discretos y la lectura. En estudios de velocidad de nombrar, según informan Wolf y Bowers (1999), los

lectores con dificultades, por ejemplo, de 17 años, ejecutan de forma similar que los lectores sin dificultades de ocho años. En estudios llevados a cabo en su laboratorio, estas autoras reportan que no se han encontrado diferencias significativas entre los procesos articulatorios de los lectores con y sin dificultades, ni tampoco en el tiempo que les toma retornar al llegar al final de la línea. Sí se han encontrado diferencias entre los intervalos interestímulos, es decir, entre finalizar una palabra y comenzar la próxima. Esto puede ser reflejo de varios procesos. En primer lugar, dejar de poner atención a la palabra anterior y cambiarla adaptativamente a la siguiente. En segundo lugar, el tiempo adicional que les toma recuperar la representación de la nueva palabra para poderla decir.

A partir del estudio de la contribución de la rapidez de nombrar a la lectura, Wolf y Bowers (1999) han planteado dos hipótesis para explicar esta relación. La primera hipótesis tiene que ver con la contribución de la rapidez al reconocimiento de patrones ortográficos. De acuerdo con la literatura revisada por estas autoras, existe un componente en el sistema visual, denominado magnocelular, que responde a la velocidad con que se presentan los estímulos. Este sistema comienza en la retina y llega hasta las áreas subcorticales del tálamo, y pasa posteriormente a las áreas de representación cortical en el parietal. Estudios llevados a cabo en cerebros de disléxicos han encontrado aberraciones en estas regiones, en las cuales se ha encontrado pobreza en el número de células, tamaño reducido en los axones, así como en las células mismas.

La segunda hipótesis planteada por estas autoras pone el constructo de velocidad para nombrar como punto medio léxico en un sistema de *cascada* (capas), en el cual los déficit en esta función se ven relacionados con procesos perceptuales, motores e integración intersensorial. Dentro del marco de esta segunda hipótesis, la velocidad de nombrar es un conjunto de acciones ordenadas en tiempo, que incluyen procesos perceptuales y lingüísticos de bajo nivel, los cuales son necesarios para la lectura. Así, la lentitud para nombrar es tanto el efecto de un mal desarrollo de procesos de *bajo nivel* y la causa de que no se desarrollen adecuadamente procesos de más *alto nivel*. Los planteamientos de estas hipótesis llevan a la conclusión de que los déficit en los procesos subyacentes a la velocidad de nombrar impiden el desarrollo de requisitos de *bajo nivel*, los cuales, a

su vez, interfieren con la identificación de las palabras y de manera subsiguiente con la comprensión de la lectura.

En un estudio reciente, llevado a cabo con participantes de habla hispana, Guzmán et al. (2004) estudiaron la relación entre la velocidad en el proceso de nombrar y las dificultades en el proceso de la lectura. Los resultados obtenidos por estos autores sugieren que la velocidad para nombrar lentificada representa un retraso en el desarrollo y no un déficit como tal en la función nominativa del lenguaje.

Aún más recientemente, Miller et al. (2006) comprobaron la utilidad de la hipótesis del déficit doble en una muestra de adultos, parientes de niños referidos para evaluación por trastornos de la lectura. Al igual que Wolf y Bowers (1999), estos investigadores encontraron que la combinación de déficit en la conciencia fonológica, acompañados de déficit en la rapidez de nombrar, fueron los factores predictivos más relevantes a la presencia de dificultades en los procesos de la lectura.

CONCLUSIONES

Como conclusión se puede decir que este artículo le proporciona al lector una reseña significativa del devenir histórico y científico de los conceptos de la dislexia evolutiva y los trastornos de la adquisición de la lecto-escritura. Es interesante observar cómo la comunidad científica interesada en dichos trastornos ha cambiado de una perspectiva en la que solamente se consideraban los déficit viso-perceptivos como explicación única de estas entidades a una perspectiva de causas múltiples, en la cual han entrado en consideración factores tales como la memoria de trabajo, el procesamiento auditivo, la conciencia fonológica, la conciencia morfológica, los factores viso-ortográficos y la rapidez en nombrar.

Otro hecho notable que se resalta de manera importante en este artículo acerca de los fundamentos neuropsicológicos de la dislexia evolutiva es el papel que han jugado los avances tecnológicos en las investigaciones llevadas a cabo en esta área. Solamente las nuevas tecnologías han podido llevar a los investigadores a concluir que existen marcadores genéticos en dichos trastornos y han podido comprobar la existencia de diferentes patrones de activación cerebral en los disléxicos evolutivos.

Sobresale también en este artículo el vínculo que las investigaciones en este campo han logrado establecer entre la dislexia evolutiva y los trastornos de la lecto-escritura con otras entidades patológicas, como son los problemas del lenguaje, el retardo del desarrollo motor y el déficit de atención e hiperactividad, los cuales les dan entonces valor específico a la co-ocurrencia de dichos trastornos, ya que permiten conceptualizar el desarrollo de procedimientos y estrategias de diagnóstico más refinados y procedimientos correctivos más eficaces para la dislexia evolutiva.

Finalmente, se espera que el cúmulo de información presentada en este artículo guíe al lector en su futura exploración acerca de los trastornos de la lecto-escritura y la dislexia evolutiva y que de igual manera contribuya a la formulación de líneas de investigación sobre la naturaleza misma de la dislexia evolutiva, al igual que a la creación de instrumentos más efectivos para la detección y tratamiento de estos trastornos.

Referencias

- Aaron, P.G., Joshi, R.M., Palmer, H., Smith, N. & Kirby, E. (2002). Separating genuine cases of reading disability from reading deficits cause by predominantly inattentive ADHD behavior. *Journal of Learning Disabilities*, 35 (5), 425-435.
- Anthony, J.L. & Lonigan, C.J. (2004). The nature of phonological awareness: Converging evidence from four studies of preschool and early grade school children. *Journal of Educational Psychology*, 96 (1), 44-55.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. London: Oxford University Press.
- Badian, N. (2005). Does a visual-orthographic deficit contribute to reading disability? *Annals of Dyslexia*, 55 (1), 28-52.
- Bakker, D.J. (1992) Neuropsychological classification and treatment of dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 25 (2), 102-109.
- Bishop, D.V.M. & Snowling, M.J. (2004). Developmental dyslexia and specific language impairment: Same or different? *Psychological Bulletin*, 130 (6), 858-886.
- Boder, E. (1973). Developmental dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 15 (5), 663-687.
- Bogdanowicz, M. (2003). Children at risk of dyslexia: Early identification and intervention. *Psychology Science*, 45, Supplement I, 71-86.

- Bourassa, D.C., Treiman, R. & Kessler, B. (2006). Use of morphology in spelling by children with dyslexia and typically developing children. *Memory & Cognition*, 34 (3), 703-714.
- Casalis, S., Colé, P. & Sopo, D. (2004). Morphological awareness in developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 54 (1), 114-138.
- Conners, C.K. (1995). *CPT Conners' Continuous Performance Test-II*. Toronto (ON): Multi-Health Systems.
- Critchley, M. (1964). *Developmental dyslexia*. London (UK): William Heinemann Medical Books Limited.
- Fernald, G. (1943). *On certain language disabilities: Nature and treatment*. Baltimore (MD): Williams & Wilkins.
- Flax, J.F., Realpe-Bonilla, T., Hisch, L.S., Brzuslowicz, L.M., Barlett, C.W. & Tallal, P. (2003). Specific language impairment in families: Evidence for co-occurrence with reading impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46 (3), 530-543.
- Fowler, A.E. & Swainson, B. (2004). Relationships of naming skills, to reading, memory, and receptive vocabulary: Evidence for imprecise phonological representations of words by poor readers. *Annals of Dyslexia*, 54 (2), 247-280.
- Galaburda, A.M. (Ed.) (1993). *Dyslexia and development: Neurobiological aspects of extra-ordinary brains*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Galaburda, A.M. (Ed.) (1989). *From reading to neurons: Issues in the biology of language and cognition*. Boston (MA): The MIT Press.
- Geschwind, N. (1965) Disconexion syndromes in animals and man I. *Brain*, 88 (2), 237-294.
- Gillingham, A. & Stillman, B.U. (1956). *Remedial training for children with specific disability on reading, spelling, and penmanship*. New York (NY): Sackett and Wilhems Litho Corp.
- Graves, R.E., Frerichs, R.J. & Cook, J.A. (1999). Visual localization in dyslexia. *Neuropsychology*, 13 (4), 575-581.
- Guzmán, R., Jiménez, J.E., Ortiz, M.R., Hernández-Valle, I., Estévez, A., Rodrigo, M., García, E., Díaz, A. & Hernández, S. (2004). Evaluación de la velocidad de nombrar en las dificultades de aprendizaje en la lectura. *Psicothema*, 16 (3), 442-447.
- Harris, A.J. (1978). *Test de Dominancia Lateral* (3ª ed.). Madrid: TEA Ediciones.
- Herrera, L. & Defior, S. (2005). Una aproximación al procesamiento fonológico de los niños prelectores: Conciencia fonológica, memoria verbal a corto plazo y denominación. *Psyke*, 14 (2), 81-95.

- Jiménez, J.E. Prueba de Conciencia Fonológica. En J. E. Jiménez & M.R. Ortiz (1995). *Conciencia fonológica y aprendizaje de la lectura: Teoría, evaluación e intervención*. Madrid (ES): Síntesis.
- Jiménez, J.E. & Ortiz, M.R. (1995). *Conciencia fonológica y aprendizaje de la lectura: Teoría, evaluación e intervención*. Madrid: Síntesis.
- Jiménez, J.E. & Venegas, E. (2004). Defining phonological awareness and its relationship to reading skills in low-literacy adults. *Journal of Educational Psychology*, 96 (4), 798-810.
- King, W.M., Lombardino, L.J., Crandell, C.C. & Leonard, C.M. (2003). Comorbid auditory processing disorder in developmental dyslexia. *Ear & Hearing*, 24, 448-456.
- Lipka, O., Lesaux, N.K. & Siegel, L.S. (2006). Retrospective analysis of the reading development of grade 4 students with reading disabilities: risk status and profiles over 5 years. *Journal of Learning Disabilities*, 39 (4), 364-378.
- Livingstone, M.S., Rosen, G.D., Drislane, F.W. & Galaburda, A.M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88, 7943-7947.
- Luria, A.R. (1977). *Cerebro y lenguaje*. Barcelona: Fontanella.
- Lyytinen, P., Eklund, K. & Lyytinen, H. (2005). Language development and literacy skills in late-talking toddlers with and without familial risk for dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 55 (2), 166-192.
- Machuca, M. & Fernández Cano, A. (2002). The Orton's hypothesis about hemispheric lateralization and reading-writing performance revisited: An ex post facto study in Spanish context. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 8 (1), 11-27.
- McCallum, R.S., Bell, S.M., Wood, M.S., Below, J.L., Choate, S.M. & McCane, S.J. (2006). What is the role of working memory in reading relative to the big three processing variables (orthography, phonology, and rapid naming)? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 24 (3), 243-259.
- Miller, C.J., Miller, S.R., Bloom, J.S. Jones, L., Lindstrom, W., Craggs, J., García-Barrera, M., Semrud-Clikeman, M., Gilger, J. & Hynd, G.W. (2006). Testing the double-deficit hypothesis in an adult sample. *Annals of Dyslexia*, 56 (1), 83-102.
- Molfese, D.L., Key, A.F., Kelly, S., Cunningham, N., Terrell, S., Ferguson, M., Molfese, V.J. & Bonebright, T. (2006). Below-average, average, and above-average readers engage different and similar brain regions while reading. *Journal of Learning Disabilities*, 39 (4), 352-363.
- Njiokiktjien, C. (1993). Neurological arguments for a joint developmental dysphasia-dyslexia síndrome. En A. M. Galaburda (Ed.) *Dyslexia and deve-*

- lopment: Neurobiological aspects of extra-ordinary brains*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburg inventory. *Neuropsychologia*, 9, 7-113.
- Orton, S.T. (1937). *Reading, writing, and speech problems in children*. New York (NY): W.W. Norton.
- Rosen, G.D., Sherman, G.F. & Galaburda, A.M. (1993). Dyslexia and brain pathology: Experimental animal models. En A. M. Galaburda (Ed.) *Dyslexia and development: Neurobiological aspects of extra-ordinary brains*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Shywitz, S.E., Shywitz, B.A., Pugh, K.R., Fulbright, R.K., Constable, R.T., Menci, W.E., Shankweiler, D.P., Liberman, A.M., Skudlarski, P., Fletcher, J.M., Katz, L., Marchione, K.E., Lacadie, C.L., Gattenby, C. & Gore, J.C. (1998). Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia. *Proceedings of the American Academy of Sciences*, 95, 2636-2641.
- Swanson, H.L., Howard, C.B. & Sáez, L. (2006). Do different components of working memory underlie different subgroups of reading disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, 39 (3), 252-269.
- Tallal, P. (1984). Temporal or phonetic procesing déficit in dyslexia? That is the question. *Applied Psycholinguistics*, 5 (2), 167-169.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9 (2), 182-198.
- Temple, E., Deutsch, G.K., Poldrack, R.A., Miller, S.L., Tallal, P., Merzenich, M.M. & Gabrieli, J.D. (2003). Neural déficits in children ameliorated by behavioral intervention: Evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100 (5), 2860-2865.
- Temple, E., Poldrack, R.A., Salidis, J., Deutsch, G.K., Tallal, P., Merzenich, M.M. & Gabrieli, J.D. (2001). Disrupted neural response to phonological and orthographic processing in dyslexic children: An fMRI study. *Neuroreport*, 12 (2), 299-307.
- Vellutino, F.R. (1979). *Dyslexia: Theory and research*. Cambridge (MA): The M.I.T. Press.
- Vellutino, F.R. (1977). Has the perceptual deficit hypothesis led us astray? *Journal of Learning Disabilities*, 10 (6), 375-385.
- Vellutino, F.R., Smith, H., Steger, J.A. & Kaman, M. (1975). Reading disability: Age differences and the perceptual-deficit hypothesis. *Child Development*, 46 (2), 487-493.
- Vellutino, F.R., Stager, J.A. & Kandel, G. (1972). Reading disability: An investigation of the perceptual-deficit hypothesis. *Cortex*, 8 (1), 106-116.
- Viholainen, H., Ahonen, T., Lyytenin, P., Cantell, M., Tolvanen, A. & Lyytenin, H. (2006). Early motor development and later language and reading skills

- in children at risk of familial dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 367-373.
- Wechsler, D. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition*. San Antonio (TX): The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1974). *Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised*. San Antonio (TX): The Psychological Corporation.
- Wolf, M. & Bowers, P.G. (1999). The double-deficit hypothesis in the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, 91 (3), 415-438.