

Una Convergencia Epistemológica entre las Neurociencias y la Psicología Cognitiva: Los Estudios sobre el Lenguaje y las Dislexias

Luis Bravo

Pontificia Universidad Católica de Chile

El objetivo de este artículo es mostrar la convergencia entre los aportes más recientes de la psicología cognitiva y los de la neuropsicología en la elaboración de los conocimientos sobre las dislexias y el lenguaje. La comprobación de algunas hipótesis cognitivas y psicolingüísticas mediante las nuevas metodologías de exploración cerebral con neuroimágenes y la percepción que se puede obtener de la actividad cerebral cuando el cerebro está elaborando la información, permiten establecer bases más sólidas para acercarnos al conocimiento de las relaciones entre el cerebro y la mente.

The aim of this article is to show the convergence of the most recent contributions of cognitive psychology and neuropsychology to our knowledge on dyslexia and language. The confirmation of certain cognitive and psycholinguistic hypotheses through new methodologies of brain research –neuroimages and perception of brain activity during information processing– allows for a more solid basis for our knowledge on brain-mind relations.

El objetivo de este artículo es presentar un modelo de integración epistemológica entre las neurociencias y la psicología cognitiva. Nuestro interés es, principalmente, mostrar cómo convergen los conocimientos aportados por ambas disciplinas, en las investigaciones sobre las dislexias y el lenguaje, y la convergencia de sus resultados.

La evolución de los paradigmas científicos explicativos de los fenómenos humanos en las últimas décadas, tiende a buscar convergencias en los aportes hechos desde diferentes disciplinas, y de abordarlos desde perspectivas complementarias. Esta estrategia ha sido adoptada como una manera de superar el reduccionismo y la atomización de los conocimientos, cuando son estudiados desde una sola perspectiva. La integración interdisciplinaria ha sido especialmente valiosa en el caso de los procesos neuropsicológicos, cuyo conocimiento y comprensión sólo pueden lograrse desde las perspectiva de distintas ciencias. El objetivo de esta integración interdisciplinaria no es asumir posturas eclécticas, ni tampoco colocarse en una especie de sincretismo científico, que amalgame hechos que son de diferente naturaleza, sino enriquecer los aportes de cada una de ellas desde perspectivas distintas, para conocer mejor el fenómeno estudiado. Esta integración epistemológica aparece especialmente valiosa para estudiar algunos procesos en los cuales el desarrollo neurológico cerebral está estrechamente ligado a la evolución cognitiva, desde las primeras etapas de la vida. Tal vez el caso más paradigmático sea el estudio del lenguaje, el cual no es completo si no se integran los conocimientos sobre la génesis de la es-

pecialización cerebral hemisférica, de las distintas áreas cerebrales involucradas en la comprensión y en la articulación de las palabras con el aprendizaje de los códigos oral y escrito, y la elaboración y comprensión de las redes semánticas, que van configurando el lenguaje personal, en los distintos contextos culturales e históricos.

El aprendizaje del lenguaje escrito implica además, el desarrollo de un segundo tipo de código lingüístico, convergente con el primero, que utiliza mayores áreas de especialización cerebral, las que se actualizan en una etapa posterior del desarrollo. Su aprendizaje inicial requiere la maduración neurológica de procesos muy finos necesarios para la integración perceptiva visual y auditiva. Esta integración debe realizarse con cierto grado de sincronía, de velocidad y de ritmo, de tal manera que la decodificación del texto gráfico o su expresión escrita, no se entorpezca para la comprensión de su significado.

Cuando se estudia la complejidad de este proceso sorprende que haya tantos niños que aprenden a leer sin dificultad, lo que hace más interesante conocer los déficits que presentan los niños disléxicos, que no logran aprender bien, aunque cumplan todos los requisitos psicológicos y culturales necesarios para hacerlo. Tal vez por esta razón el trastorno disléxico ha intrigado a neurólogos y psicólogos desde hace más de cien años, y un investigador llegó a describirlo como “aquella parte del retardo lector que no somos capaces de explicar” (Applebee, 1971). Pienso que el estudio interdisciplinario de las dislexias y su relación con el lenguaje, aparece como un excelente “caso epistemológico”, para estudiar cómo se configura la integración de las investigaciones en neurociencias y en psicología cognitiva.

En este artículo presentamos algunos de los apor-

Luis Bravo Valdivieso, Facultad de Educación.

La correspondencia relativa a este artículo debe ser dirigida a Luis Bravo, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Avda. Jaime Guzmán 3300, Santiago, Chile
E-mail: abravov@puc.cl

tes más recientes de la psicología cognitiva y de las neurociencias en este tema, con el objetivo de tratar de mostrar la convergencia epistemológica entre ambas disciplinas.

Las investigaciones sobre las dislexias

El término *dislexia* apareció por primera vez en la literatura científica alemana alrededor 1887, y ha predominado hasta hoy día, para describir algunas dificultades severas para aprender a leer y escribir, que no dependen de causas escolares o emocionales, sino de anomalías en desarrollo cognitivo y psicolingüístico del propio sujeto.

En 1970, casi noventa años después de las primeras publicaciones clínicas sobre este trastorno del desarrollo, Satz y Sparrow expresaban que "La naturaleza de este desorden está todavía oscura, su incidencia es desconocida (aunque algunos informes sugieren una prevalencia aproximadamente del 4% al 8% de la población escolar), su etiología no ha sido constatada (aunque se han propuesto factores genéticos) y la respuesta al tratamiento ha sido refractaria" (Bakker & Satz, 1970, p. 18).

Por otra parte, ese mismo año, Critchley, decía que "el problema ha demostrado ser bastante más complejo que lo esperado, pero se pueden aceptar algunos datos. No hay país europeo sin su cuota de disléxicos. En Alemania, y tal vez en los países escandinavos, la incidencia parece ser la misma que en Gran Bretaña... Sabemos que los disléxicos se encuentran en África y en Asia, donde la estructura del lenguaje es completamente diferente del sistema sujeto-predicado, alfabético-fonético, que nos son familiares..." (Duane & Rawson, 1975, p. 12). Ciento diez años más tarde, se sigue investigando las dislexias, y discutiendo sobre su definición.

En publicaciones anteriores hemos descrito las dislexias como "un desorden específico en la recepción, en la comprensión y/o en la expresión de la comunicación escrita, que se manifiesta en dificultades reiteradas y persistentes para aprender a leer. Se caracteriza por un rendimiento inferior al esperado para la edad mental, el nivel socioeconómico y el grado escolar, sea en los procesos de decodificación, de comprensión lectora y en su expresión escrita" (Bravo, 1995). Con este término describimos a un trastorno del desarrollo infantil cuya principal característica es un retardo severo y persistente para aprender a leer, no explicable por factores pedagógicos, socioculturales, emocionales, o intelectuales. Una característica importante es la

persistencia en las dificultades para leer. Su diagnóstico, no es aplicable antes de los 8 años de edad, ya que debe hacerse luego de un atraso considerable en su aprendizaje (Badian, 1996).

Por otra parte, hay numerosas publicaciones que muestran que algunas dislexias severas se mantienen a pesar de haber tenido tratamientos oportunos, lo cual hace que su pronóstico no sea siempre favorable (Bravo, Bermeosolo, Pinto, & Oyarzo, 1996). Los niños van acumulando el déficit lector a medida que avanzan de curso, el que puede determinar en muchos de ellos un fracaso escolar mayor. Algunos investigadores estiman que las deficiencias tempranas en el aprendizaje de la lectura pueden provocar "una cascada de déficits en las destrezas cognitivas que interactúan y llegan a ser más envolventes a medida que progresa la escolaridad" (Stanovich, 1988).

En consecuencia, podemos entender las dislexias como un trastorno de aprendizaje, que es consecuencia de un trastorno del desarrollo neurobiológico, que aparece en una edad temprana y va evolucionando según las exigencias escolares, lo cual también obliga a establecer patrones diferenciales para su diagnóstico y tratamiento en los distintos niveles del aprendizaje.

Las investigaciones cerebrales efectuadas en sujetos disléxicos —niños y adultos— han mostrado de manera consistente que ellos han tenido algunas anomalías tempranas en su desarrollo y que presentan características atípicas en la estructura y en el funcionamiento de algunas áreas del cerebro. Los estudios en neurociencias muestran diferencias en las áreas cerebrales involucradas en los procesos de reconocimiento de palabras, entre lectores normales y disléxicos, lo cual, permite conocer el trazado cerebral que sigue el lector normal y las desviaciones que presenta el lector deficitario. Estos hallazgos nos explican las dificultades que tienen para abrirse camino entre la percepción visual del significante gráfico y la comprensión verbal del significado simbólico y son convergentes con los déficits cognitivos que presentan en los primeros años escolares.

El enfoque cognitivo de las dislexias

Las hipótesis cognitivas y neuropsicológicas de las dislexias han sido numerosas y las hemos descrito en otras publicaciones (Bravo, 1985, 1995). Aquí presentamos, de manera resumida, una hipótesis cognitiva que explicaría los déficits del procesamiento lector que caracterizan a los niños

disléxicos, y que deriva tanto de resultados de investigaciones cognitivas como de algunas investigaciones neuropsicológicas como lo mostraremos más adelante.

Las investigaciones muestran que los procesos cognitivos estudiados en los niños disléxicos aparecen en tres niveles. Un *nivel periférico*, que comprende la percepción y memoria visual de la información gráfica; un *nivel central* donde se produce la comprensión del significado, mediante procesos de abstracción y de categorización verbal de la información decodificada, y un *nivel intermedio*, donde se transforma la información gráfica en información verbal. Cada uno de estos niveles del procesamiento cognitivo de la lectura está asociado con áreas cerebrales específicas que procesan aspectos separados de la información escrita, y también con regiones más amplias donde se integran.

Nuestra hipótesis plantea que la mayor parte de las dislexias se originan en *déficits de algunos de los procesos mediadores o intermediarios*, que intervienen entre la recepción de la información gráfica y la elaboración de su significado y son indispensables para dominar los mecanismos de la lectura. Esta hipótesis no excluye que haya niños que tengan dificultades para aprender a leer por déficits en los niveles periférico o central, pero desde mi punto de vista, no serían disléxicos en un sentido estricto.

Los procesos intermediarios cuyo déficit se ha observado con mayor frecuencia en las investigaciones cognitivas sobre las dislexias son: la memoria operacional verbal, el procesamiento fonológico y el procesamiento visual-ortográfico. Los describiré brevemente, ya que han sido descritos con amplitud anteriormente (Bravo, 1985, 1995).

Respecto a la memoria verbal operacional (*working memory*), numerosas investigaciones muestran que los niños disléxicos tienen una velocidad insuficiente para retener y para evocar oportunamente los fonemas y asociarlos con los estímulos gráficos. Este déficit se refleja tanto en la lentitud para retener y para evocar los fonemas, como en los "olvidos" que presentan frente a algunas letras y palabras. Estos olvidos no se observan cuando se les presentan estímulos no verbales.

El déficit en el procesamiento fonológico, ha sido considerado por numerosos investigadores como el núcleo de las dislexias. Este proceso consiste en evocar rápidamente los fonemas para poder asociarlos con las letras respectivas, para lo cual, además de la memoria verbal, necesita reconocerlos y

discriminarlos. El procesamiento fonológico constituye un eslabón intermediario entre la percepción de las letras y la comprensión del significado de las palabras y hay una interesante convergencia de resultados internacionales, investigados con diferentes métodos y en distintos idiomas, que coinciden en que este proceso es esencial para efectuar la decodificación de las letras y palabras.

Las investigaciones cognitivas muestran convergencia en que el déficit para efectuar el procesamiento fonológico de las palabras sería una causa próxima de las dislexias, y la razón por la cual los niños no aprenden a asociar rápidamente las letras con sus respectivos fonemas para pronunciarlas correctamente. Este déficit de los niños disléxicos para efectuar el procesamiento fonológico puede compararse a un puente cortado que les impide el avance en el aprendizaje de la lectura. En los lectores de aprendizaje normal el uso de este puente está habilitado y expedito, o han sido capaces de tomar vías alternativas para alcanzar su objetivo. Los disléxicos severos, en cambio, con mucho esfuerzo pueden establecer puentes fonológicos provisionales, que no siempre les permiten avanzar en la lectura con la velocidad requerida.

El procesamiento ortográfico es el tercer proceso intermediario necesario para realizar la decodificación de la escritura que aparece deficitario en las investigaciones sobre las dislexias. Este proceso tiene por finalidad reconocer las claves ortográficas del lenguaje escrito, y utilizarlas como facilitadoras de la articulación oral de las palabras y de su significado. También contribuye a facilitar las asociaciones entre las estructuras gráficas y las configuraciones fonológicas.

El procesamiento ortográfico depende también de la percepción y de la memoria visual, pero necesita además, tener conciencia del significado lingüístico de los signos ortográficos. Como ejemplo se pueden mencionar los acentos ortográficos, cuya omisión es tan frecuente en las faltas de ortografía. A veces su desconocimiento no proviene de un déficit perceptivo visual o de memoria, sino de su significado verbal. Así por ejemplo, la percepción de las diferencias entre *tu* y *tú*, *el* o *él*, *que* y *qué*, es un proceso de significado verbal y no solamente de reconocimiento visual de los acentos mismos. Su falta de reconocimiento no es tanto un déficit en la percepción visual, sino en el conocimiento y uso del significado verbal de estas diferencias gráficas. Según Vellutino (1980) los niños disléxicos tendrían una insuficiencia crónica para atender selecti-

vamente a las claves ortográficas.

Entre los procesos intermediarios, fonológicos y visual-ortográficos, se produce una interacción que puede jugar un papel regulador o compensatorio de los déficits en la decodificación. Así por ejemplo, las semejanzas auditivas entre las palabras son reforzadas cuando tienen semejanza visual o una relación invariable con sus estructuras grafémicas. Esto se ha mostrado en estudios experimentales que señalan que los disléxicos tratan de compensar sus deficiencias fonológicas con la memorización de algunas claves visuales-ortográficas (Rack, 1985). Su estrategia lectora busca recordar *visualmente* las palabras como una manera de compensar la dificultad que tienen para retenerlas *auditivamente*. Esta estrategia compensatoria requiere establecer rutas diferentes en el procesamiento cerebral de la información escrita, que la que emplean los lectores normales. La *doble vía* lectora ha sido confirmada en los estudios cerebrales (Petersen, Fox, Posner, Mintun, & Raichle, 1988).

Las estrategias de decodificación culminan con la pronunciación de las palabras, configurando la *gestalt fonológica*. Esta *gestalt fonológica* consiste en la articulación oral de las secuencias fonémicas, lo que facilita el acceso a su significado. También podemos denominarla *gestalt fonográfica*, pues integra los componentes fonémicos con los ortográficos de las palabras.

El reconocimiento auditivo de las palabras articuladas en voz alta permite entenderlas mejor cuando se hace en el contexto de una oración con significado. Tal era el caso de una niña disléxica de 10 años, que decía que no podía entender lo que leía cuando no se escuchaba pronunciar las palabras en voz alta. Para ella la configuración fonográfica le permitía entender su propia lectura. Otro niño disléxico no podía entender su lectura si no era moviendo los labios en una pronunciación silenciosa. Necesitaba articular las palabras para entenderlas.

Un factor que afecta esta *gestalt fonográfica* es la lentitud para decodificar, ya que hace difícil articular correctamente algunas secuencias verbales comprensibles, lo cual podemos relacionar con la menor velocidad de la transmisión nerviosa visual y auditiva encontrada por algunos investigadores en sujetos disléxicos. Sin embargo, conviene dejar en claro que si bien la *gestalt fonográfica* facilita el acceso al significado, su relación con la comprensión no es directa, pues requiere de otras destrezas cognitivas de alto nivel o la interacción de los procesos centrales.

Respecto a la importancia de esta *gestalt fonográfica* para el aprendizaje de la escritura, es interesante recordar un trabajo de Luria (1966), quien expresa que el niño usa el método de articular en voz alta las palabras para configurarlas mejor. Señala una investigación que mostró que cuando se le impedía articularlas —sea en voz alta o en voz baja, haciéndolo comer algo mientras leía— aumentaba notoriamente el número de errores. También expresa que cuando produce una lesión en los analizadores auditivos no se altera la capacidad para copiar, pero afecta profundamente al dictado y a la escritura espontánea debido a que hace imposible al paciente identificar con claridad los fonemas que quiere escribir.

La neuropsicología cognitiva y las neurociencias

El origen de la neuropsicología cognitiva ha sido atribuido a Vigotsky, por una intervención que hizo en un Congreso de Psiconeurología en Moscú en enero de 1923 (Azcoaga, 1996). Luria (1966) también considera que fue Vigotsky quien puso las bases de la neuropsicología actual al asociar el desarrollo cerebral con los procesos socioculturales. Menciona un trabajo titulado “La psicología y la teoría de la localización de las funciones mentales” (p. 60) presentado en 1934 a un Congreso de Psiconeurología, en Ucrania.

En la perspectiva de Azcoaga, Vigotsky abordó en ambas oportunidades las relaciones funcionales que ocurren en el cerebro, lo cual requiere estudiar las “interacciones dinámicas y cambiantes entre funciones específicas y acciones generalizadas” (op.cit.). También esbozó los temas del desarrollo de las funciones cerebrales superiores en los niños y la reorganización de los sistemas funcionales cerebrales.

Estas intuiciones de Vigotsky fueron desarrolladas ampliamente en la clínica por Luria, quien elaboró un modelo del funcionamiento cerebral en tres bloques, describiendo en niveles las localizaciones dinámicas asociadas con los diversos procesos cognitivos.

Por otra parte, algunos autores norteamericanos expresan que la palabra neuropsicología habría sido usada por primera vez por Sir Williams Osler en 1913, y operacionalizada en 1933 por Lashley en un artículo titulado “Funciones integrativas de la corteza cerebral”, en el cual intentaba definir ciertos problemas “límitrofes entre la psicología y la

neurología" (Bruce, 1985). La neuropsicología cognitiva, según Seguí (1994), pretende determinar las relaciones entre las representaciones cognitivas y los procesos cerebrales subyacentes al lenguaje. En este punto los estudios sobre la lectura y las dislexias aparecen relevantes, tanto por su cantidad como por su aporte al desarrollo del conocimiento.

La neuropsicología —especialmente con el aporte de las neurociencias— ha permitido elaborar con mayor rigurosidad y amplitud los conocimientos actuales sobre el inmenso problema epistemológico de las relaciones entre el cerebro y el pensamiento. Entre lo biológico y lo sociocultural. En el campo del lenguaje escrito, sobre las relaciones entre la percepción visual de los signos gráficos, su asociación con los fonemas como significantes y acceso al lenguaje es su búsqueda de significado (Bravo, 1995).

Según Temple (1997) el enfoque clínico de la neuropsicología cognitiva, actualmente dominante en Europa y en algunos centros de los EE.UU. y Canadá, busca aumentar nuestra comprensión de los procesos normales del conocimiento a partir de la información obtenida en pacientes neurológicos. Para conocer mejor esta relación, la neuropsicología trata de estudiar los casos más atípicos pues serían los más informativos. En el caso de los niños, le interesa especialmente la evolución de algunos déficits selectivos. Su foco de atención es cada sujeto en sus propias particularidades cognitivas, lo cual permite establecer posteriormente modelos de desarrollo normal y anormal de cada uno de los procesos estudiados. Por esta misma razón su progreso es lento y sus avances no responden rápidamente a las exigencias sociales colectivas más urgentes, como es el caso de algunas dificultades psicopedagógicas del aprendizaje escolar.

La neuropsicología cognitiva considera al aprendizaje como una función propia del cerebro que recibe, procesa y retiene las informaciones y organiza la conducta humana, y ha incorporado métodos propios de la psicología cognitiva en el análisis de las percepciones, de la memoria, del lenguaje o del pensamiento, lo cual no sucede con los métodos neurológicos tradicionales. Por otra parte, las neurociencias han aportado profundas innovaciones metodológicas que han ampliado enormemente el conocimiento del cerebro. En la presente década han tenido un inmenso auge las nuevas técnicas de tomografía por emisión de positrones (TEP) que registran el paso, por la corriente sanguínea del cerebro, de una sustancia radioactiva inyectada du-

rante un proceso cognitivo, como puede ser el reconocimiento visual o auditivo de palabras. Otro método de actualidad es la imaginería funcional por resonancia magnética, que refleja las variaciones magnéticas de la sangre y el cambio de flujo sanguíneo entre un estado de reposo y otro de actividad cerebral.

Los métodos mencionados permiten una aproximación más cercana al funcionamiento cerebral subyacente a los procesos cognitivos y también permiten identificar las variaciones que hay entre sujetos disléxicos y otros con lectura normal. En síntesis, su novedad consiste en que permiten tener imágenes de las variaciones que se producen en el flujo sanguíneo del cerebro cuando se activan algunas áreas, como consecuencia de una estimulación o de algún proceso cognitivo inducido al sujeto. Las variaciones percibidas pueden ser espaciales, indicando los lugares cerebrales activados y sus cambios de lugar, o temporales, mostrando la secuencia y velocidad con que se desarrollan los cambios funcionales.

Algunos puntos convergentes de las neurociencias con la psicología cognitiva

El lenguaje

Veamos dos ejemplos de investigaciones en las cuales se han integrado los aportes de las neurociencias con la psicología cognitiva y la psicolingüística sobre las áreas cerebrales asociadas con el lenguaje.

En primer lugar, un estudio de Petersen et al. (1988) que investigó las representaciones cerebrales de las palabras, y que ha sido considerado por Dehaene (1997) un estudio pionero de la integración interdisciplinaria entre neurociencias y la psicología cognitiva. Para empezar determinaron los distintos niveles cognitivos de las representaciones psicolingüísticas, encontrando al menos cuatro códigos que empleamos para caracterizar las palabras. En primer lugar su representación visual espacial. En seguida, que esta representación esté formada por diferentes letras, lo que comprende un conjunto finito de combinaciones con características espaciales. Luego, este conjunto de letras se rige por ciertas reglas que las ordenan y que se dan en un nivel ortográfico y un nivel fonológico. Finalmente, que pueden ser definidas por su significado en un nivel semántico.

A partir de esta secuencia psicolingüística, estu-

diaron las variaciones en las imágenes cerebrales que se producían al tener que reconocer algunas palabras mediante el método de tomografía por emisión de positrones (TEP). Para hacerlo presentaron cuatro tipos de estímulos o situaciones de manera progresiva. En primer lugar mostraron figuras con letras falsas que sólo podían ser vistas, pero no decodificadas. Luego, secuencias de consonantes no legibles. En seguida, pseudopalabras pronunciables y finalmente, palabras con significado reconocible por los sujetos.

Los resultados de la TEP mostraron que frente a la presentación de las palabras falsas y a las series de consonantes no pronunciables, sólo se activaban las áreas visuales del cerebro, especialmente las del hemisferio derecho. La presentación de las pseudopalabras y las palabras verdaderas, en cambio, activaron zonas del hemisferio izquierdo.

Este estudio mostró que el sistema visual opera en dos niveles distintos cuando tiene que reconocer las palabras visualmente. En un primer nivel, cuando las observa pasivamente analiza las características visuales y espaciales de los estímulos, independientemente de que representen palabras o que sean letras. En un segundo nivel, analiza visualmente las palabras como tales. Si los estímulos percibidos aparecen conformes con las reglas ortográficas y fonológicas de la lengua, entonces se activan áreas específicas, particularmente en el hemisferio izquierdo (Koenig, 1997).

La metodología seguida por Petersen et al. (1988) utilizó la información cognitiva de los niveles en que aparecen las representaciones visuales, espaciales, ortográficas y fonológicas de las palabras, para luego observar las variaciones en las áreas cerebrales que se activaban o dejaban de activarse durante este proceso. Este método permite verificar la similitud de la secuencia cognitiva con la secuencia cerebral.

Otro estudio del cerebro en reconocimiento de palabras, ha sido publicado por Posner y Abdullaev (1996). Presentaron visualmente a varios sujetos 40 palabras simples, tales como *martillo*. Luego que las reconocieron se pidió a los sujetos asociarlas con su uso (*golpear*). Los sujetos fueron observados mediante la tomografía de emisión de positrones y también mediante el EEG. Sus resultados muestran las variaciones que se produjeron durante este proceso. En primer lugar, al recibir el estímulo visual que esperaban, se activó la zona frontal, lo cual se atribuye a su atención voluntaria. Luego, cuando se pidió asociar las palabras con su uso, activaron las áreas de Brocca y otra

cercana a Wernicke, las cuales estarían asociadas con la asociación de las palabras con el significado.

En un segundo estudio encontraron que, al pedirle a los sujetos una variación no programada o insólita para esta tarea como por ejemplo, en vez de asociar martillo con golpear, lo asociaran con *lanzar*, se activaban las áreas contralaterales a Wernicke, en el hemisferio derecho. Según este hallazgo, la génesis de nuevas ideas dependería de la activación de esta región en el hemisferio derecho.

Los autores comentan sus resultados diciendo que permiten hacerse "una idea de la anatomía y del circuito de los procesos mentales superiores. Al observar mediante TEP las regiones cerebrales activadas y relacionándolas con la actividad eléctrica cerebral, obtenemos una imagen en tiempo real de la dinámica subyacente a un pensamiento simple" (p. 68).

Las dislexias

Las investigaciones sobre las dislexias, efectuadas desde el punto de vista de la psicología cognitiva, muestran que su principal característica son algunos déficits específicos que afectan el aprendizaje de la decodificación en procesos tales como la habilidad para evocar, discriminar, segmentar, y/o combinar fonemas, integrándolos en palabras o en pseudopalabras. Estos déficits impiden conectar la información visual de los estímulos gráficos con la información auditiva de su pronunciación y transformar la información visual en verbal. Además, afecta la velocidad de estos procesos, lo cual perturba la configuración fonográfica (Bravo, 1995).

A continuación, trataremos de precisar la convergencia de estos descubrimientos con los aportes de las neurociencias en cuatro aspectos:

(a) La relación entre la localización atípica del funcionamiento cerebral durante el proceso lector en los disléxicos, y los trastornos que presentan para decodificar (Habib, Robichon, & Démonet, 1996).

(b) La relación entre los procesos de *compensación visual*, que aparecen en la lectura de los disléxicos para suplir sus déficits en el procesamiento fonológico, y la activación de las áreas *visuales* y *espaciales* del cerebro cuando tienen que reconocer palabras.

(c) La relación entre las dificultades para integrar los procesos perceptivo visuales y fonológicos de los niños disléxicos, con una posible *desconexión cerebral* funcional observada por Paulesu, Frith, Snowling, et al. (1996).

(d) La lentitud para leer con la menor velocidad que tendrían las transmisiones visuales y fonológicas

desde la periferia a los centros corticales (Galaburda & Livingstone, 1993).

En todos estos procesos encontramos cierto grado de convergencia entre algunos estudios en neurociencias, efectuados con niños y adultos disléxicos, y los aportes de la psicología cognitiva y de la psicometría.

Veamos:

(a) Los déficits observados en el desarrollo psicolingüístico de los disléxicos convergen con las investigaciones que muestran anomalías—tanto estructurales como funcionales— en el hemisferio cerebral izquierdo. Ya son muy conocidas las publicaciones de Galaburda (1989), que han mostrado diferencias estructurales entre cerebros de disléxicos y cerebros normales, especialmente una curiosa simetría en el tamaño de las áreas de los planos temporales de los hemisferios derecho e izquierdo (que en los lectores normales, la mayor parte de las veces es asimétrica entre ambos hemisferios, siendo más extensa en el hemisferio izquierdo). Rosen, Sherman y Galaburda (1993) consideran que probablemente el efecto de estas anomalías del cerebro de los disléxicos no sea solamente en el área localizada, sino que tenga consecuencias de mayor amplitud en las redes neuronales conectadas.

Una revisión de varias investigaciones neuropsicológicas, encontró diferencias entre los disléxicos y los lectores normales en la actividad eléctrica cerebral de los lóbulos occipital y temporal izquierdo, y frontal bilateral. Las áreas cerebrales que presentaron mayores diferencias fueron el giro angular, el área de Wernicke, el fascículo arqueado y el área de Brocca, las cuales se asocian con déficits cognitivos en el reconocimiento fonológico de las palabras, en su integración visual-auditiva y en su articulación oral (Hynd & Cohen 1983).

Otras investigaciones más recientes han ampliado estas diferencias a la región parietal inferior, que queda justo sobre el plano temporal (Leonard, 1993). En ambos casos las regiones mencionadas se asocian con procesos verbales, especialmente con el reconocimiento auditivo de las palabras, lo cual puede explicar los trastornos en el reconocimiento de las palabras que tienen los disléxicos.

En otra investigación sobre la memoria auditiva de palabras, efectuada por Paulesu (1997), hicieron escuchar sucesivamente cada dos segundos, seis letras seguidas de una séptima. El sujeto debía recordar si la había escuchado entre las seis oídas previamente o no. De esta manera determinaron un área asociada con la memoria fonémica de corto término

no en un área cerebral bastante precisa (giro supramarginal izquierdo). Esta evocación fonémica es un camino previo para el reconocimiento y la pronunciación de las palabras.

Por su parte, Habib et al. (1996) observaron que hay cierta proporcionalidad entre el grado de simetría que tienen los disléxicos en las regiones parietales de ambos hemisferios y sus dificultades lectoras. Asocian esta anomalía con los déficits en la memoria verbal de corto término, que les impide evocar y/o retener los fonemas mientras tratan de decodificar una palabra.

Las diferencias entre los disléxicos y los lectores normales investigados con métodos de imagenografía de resonancia magnética (MRI), tomografía de emisión de positrones (TEP) y tomografía computarizada (CT) no sólo señalan distintas áreas cerebrales que se activan durante la lectura o durante el reconocimiento de una palabra, sino también sus diferentes velocidades en el procesamiento de la información verbal.

Hynd, Marshall y Semrud-Clikeman (1991) hicieron una revisión de estas investigaciones confirmando los descubrimientos de Galaburda y colaboradores, que la mayoría de los sujetos con lectura normal muestran una asimetría entre los *planos temporales* del hemisferio izquierdo y derecho y también asimetría frontal. En los disléxicos en cambio, encontraron variaciones a este modelo, sea con simetría entre ambos planos temporales, sea con una asimetría revertida. También encontraron en los disléxicos un sustrato anatómico menor que los lectores normales en las áreas cerebrales involucradas en el procesamiento del lenguaje, lo cual relacionan con la menor velocidad que tienen para leer.

(b) Referente a la posibilidad que las dificultades lectoras de los disléxicos estén relacionadas con deficiencias en la integración temporal de la información, debido a un déficit en las conexiones cerebrales, Paulesu et al. (1996) estudiaron adultos ex-disléxicos que habían aprendido a leer tarde. Este estudio mostró que los ex-disléxicos no activaban de manera sincrónica las distintas áreas cerebrales involucradas en la lectura. Tanto los ex-disléxicos como los lectores normales activaban las mismas áreas cerebrales para leer, pero no lo hacían en el mismo momento. Según los investigadores los disléxicos estudiados mostraron un *trastorno de desconexión*, que consistió en una disociación durante la activación de dos áreas que deberían intervenir de manera simultánea para la decodificación, como son la de Brocca, que procesa la articulación, y la de Wernicke, que procesa la pro-

nunciación. Esta conexión asincrónica impediría la conversión correcta y eficiente de los códigos gráficos en códigos fonémico y articulatorio. También encontraron que esta desconexión aparece entre los fonemas que componen las palabras y su pronunciación, lo que perturba la decodificación de las letras a fonemas. Este déficit de desconexión podría explicar sus deficiencias para establecer adecuadas *configuraciones fonográficas*, y la articulación oral de las palabras.

Como consecuencia de los datos obtenidos en estas investigaciones Habib et al., (1996) plantean la hipótesis de que las dislexias se originarían en deficiencias en las conexiones cerebrales entre áreas que se integran para producir el lenguaje. Expresan que cuando los disléxicos empiezan a leer, se produce una activación de algunos circuitos que están conectados inadecuadamente, conexiones que se estabilizarían con el tiempo, haciendo que las dificultades se hagan persistentes. Una manera de revertir esta situación sería una reeducación precoz en ejercicios de segmentación del lenguaje, en una etapa anterior al aprendizaje escolar de la lectura.

(c) Otra característica interesante de los disléxicos observadas en estos estudios, es que a la vista de las palabras activan áreas del hemisferio derecho, permaneciendo su hemisferio izquierdo bastante *silencioso* en las áreas habitualmente comprometidas con el lenguaje. Esta característica podría explicarse por una *sobreactividad compensatoria* durante la lectura, en áreas de la corteza visual, lo cual indicaría un esfuerzo adicional de reconocimiento y de memoria visual de las palabras para compensar sus deficiencias en el procesamiento fonológico (Duffy, & Mc Anulty, 1990; Habib et al., 1996; Wood, Felton, Flowers, & Naylor, 1991).

Gross-Glenn (1991) comparó la actividad metabólica cerebral durante la lectura oral de disléxicos y de lectores normales adultos, mediante el método de tomografía por emisión de positrones. Observó en los lectores normales mayor actividad metabólica izquierda, frontal y occipital, en cambio los disléxicos no mostraron estas asimetrías en las áreas cerebrales posteriores, lo cual relacionó con un procesamiento ineficiente de las formas visuales de las palabras y con posibles deficiencias atencionales para integrar estímulos diferentes. Recientemente Habib et al. (1996) también han señalado esta particularidad, aún cuando encontraron variabilidad entre los sujetos disléxicos, lo que complica el determinar cuál es el significado de estas diferencias.

Otras investigaciones han mostrado también diferencias en algunas áreas subcorticales talámicas de ambos hemisferios cerebrales, lo que podría explicar las deficiencias atencionales a las claves visuales-ortográficas en los disléxicos y también diferencias en el grosor y forma del cuerpo caloso, lo que explicaría algunas dificultades en la transmisión interhemisférica, entre la información visual y la fonémica.

Estas anomalías también explicarían la menor velocidad que tienen los disléxicos para encontrar las correspondencias entre los signos gráficos y sus correspondientes fonémicos. Sin embargo, estos investigadores piensan que parte de las diferencias encontradas en el cuerpo caloso no serían congénitas, sino que podrían ser consecuencia de los mismos procesos de aprendizaje y del mayor empleo de estas vías por los lectores normales (Habib et al. 1996; Hynd, & Semrud-Clikeman, 1989a, 1989b).

Otra revisión de Flowers (1993) señaló que también se han encontrado diferencias en las imágenes de la irrigación sanguínea durante los procesos de decodificación y de comprensión lectora. Estas diferencias tienden a mostrar convergencia con las hipótesis que plantean que habría dislexias de codificación que son distintas de las dislexias de comprensión, y que estarían asociadas con distintas áreas cerebrales.

Finalmente, Rumsey (1992, 1994) investigó a sujetos disléxicos y a lectores normales mediante la TEP, en tareas auditivas de rimas y de semejanza semántica en pares de oraciones. Sus resultados señalaron que los disléxicos tienden a aumentar la actividad en el hemisferio derecho— en comparación con los lectores normales— y a disminuirla en el hemisferio izquierdo.

(d) El problema de la velocidad de la transmisión de la información visual también ha sido estudiado en los últimos años. En este aspecto ha habido una evolución en la información disponible. Sabemos que en un comienzo se asociaron los trastornos disléxicos con déficits perceptivo visuales, pero su origen visual quedó desvirtuado con las investigaciones de Vellutino (1972), que mostraron que los disléxicos podían ver las letras y las figuras geométricas tan bien como los lectores normales al tener que copiarlas, lo cual indicaba que su déficit no era visual. Sin embargo, Vellutino (1980) posteriormente menciona que los disléxicos tienen una *ineficiencia perceptiva* para reconocer los signos ortográficos, pero que es de naturaleza verbal y no visual.

Sin embargo otras investigaciones cognitivas

muestran en los disléxicos insuficiencia en la velocidad para discriminar visualmente los estímulos y que necesitan mayor tiempo entre los umbrales de separación de dos estímulos para poder diferenciarlos (Gross, 1979). También se ha encontrado en ellos deficiencias en el control de la motricidad visual para seguir las secuencias escritas (Pavlidis, 1986, 1990; Rayner, 1986). Las investigaciones neuropsicológicas de Galaburda y Livingstone (1993) coinciden en que los disléxicos son más lentos que los lectores normales en tareas de distinguir imágenes secuenciadas. Cuando les presentaron secuencias de imágenes visuales a baja velocidad no encontraron diferencias entre ellos, en cambio las encontraron cuando dieron mayor velocidad a la presentación de los estímulos. Las diferencias entre los grupos disléxicos y normales aparecían cuando tenían que separar estímulos visuales presentados con alta velocidad y desaparecían al disminuir la rapidez de la presentación. Los disléxicos necesitaron sobre 100 ms. más que los lectores normales para separar perceptivamente imágenes presentadas en secuencias rápidas. Relacionan este resultado con los estudios de Tallal, Miller y Fitch (1993) que encontraron un fenómeno análogo en el proceso de reconocer diferencias auditivas en las secuencias de consonantes y de vocales, al aumentar la velocidad de presentación de los estímulos. Los niños con retardo de lenguaje y con retardo lector tuvieron dificultad para reconocer las diferencias entre consonantes y vocales cuando los estímulos eran presentados a mayor velocidad de 40 ms. Tanto la lentitud visual como la auditiva se deberían a deficiencias en el procesamiento de la transmisión temporal, lo que disminuye la velocidad para decodificar y los investigadores piensan que se origina en anomalías en las conexiones talámico-corticales de las cortezas visual y auditiva.

Una explicación neurofisiológica propuesta por Livingstone (1993), plantea que la percepción visual tiene distintas vías de transmisión periférico-central, una rápida o magnocelular y otra más lenta o parvocelular. Sus estudios señalan que los disléxicos sólo presentan deficiencias en las vías de transmisión rápida, lo que es difícil de observar en la práctica clínica o pedagógica, pues la velocidad de esta transmisión visual tiene que ser medida en milésimas de segundo.

También Lovegrove (1993), estudió la agudeza para reconocer las mismas palabras en estímulos con y sin movilidad proyectados a una pantalla. Sus resultados le hacen suponer que los disléxicos con

déficit en la transmisión rápida, tienen dificultades para integrar la información periférica con la central. Estos hallazgos en la velocidad de la transmisión sensorial tiene cierta coincidencia con la hipótesis cognitiva que los disléxicos tiene un déficit de transmisión, en los procesos intermediarios entre los estímulos visuales y su decodificación verbal, y no en los periféricos ni en los centrales.

Otra hipótesis explicativa de la menor velocidad de los disléxicos es que dispondrían de un menor sustrato anatómico, con menor activación neuronal, en las áreas asociadas con el procesamiento visual y auditivo del lenguaje, necesarias para la decodificación. Esta lentitud para decodificar hace que el sujeto pierda parte de la información mientras trata de leer, lo cual afecta su retención.

Al respecto, Tallal et al. (1993) expresan que algunos niños tienen un déficit severo y altamente específico "para procesar componentes breves de la información que reciben en sucesión rápida en el S.N., y un déficit motor para organizar con rapidez las respuestas secuenciales", lo cual altera la velocidad para procesar el lenguaje y la lectura. Consideran que las investigaciones de Galaburda y Livingstone (1993) aportan datos empíricos que muestran un nexo directo entre la información anatómica, la fisiológica y la conductual. También Ackerman y Dykman, Oglesby y Newton (1994) encontraron diferencias, con el electroencefalograma, entre disléxicos y lectores normales, en la velocidad para procesar los estímulos verbales.

La menor velocidad en el procesamiento verbal sería un elemento común para las dislexias y las disfasias, que según Njioiktjen (1993) tendrían una misma base biológica, con diferentes manifestaciones clínicas. Las disfasias infantiles y las dislexias tienen en común la dificultad para articular las palabras. La disfasia subyacente de los disléxicos interfiere la articulación de los signos gráficos, impidiéndoles que las palabras sean reconocidas. Ambas serían "dos caras de la misma moneda" (p. 231). Esta hipótesis clínica aparece concordante con la hipótesis cognitiva de un déficit en la "gestalt fonográfica" en las dislexias.

Los resultados de estas investigaciones de las neurociencias y de la psicología cognitiva aparecen convergentes en varios aspectos. Coinciden en que hay un trastorno disléxico que se caracteriza por presentar deficiencias en el procesamiento cognitivo y psicolingüístico de la información, y que aparece reflejado en el desarrollo y en el funcionamiento de algunas áreas cerebrales. También explican las re-

laciones entre la lentitud que tiene para leer y la menor velocidad en las transmisiones nerviosas visuales y auditivas y coinciden en que la lentitud que tienen los niños disléxicos para articular las secuencias fonémicas puede explicar la mayor cantidad de errores que cometen y su menor comprensión del texto.

Por otra parte, el origen temprano de estas anomalías explican la resistencia al tratamiento. Los estudios de Galaburda (1989), señalan que las diferencias encontradas en el cerebro de los disléxicos se generan durante las primeras semanas de gestación del sistema nervioso central y esas anomalías han sido encontradas en disléxicos adultos, lo cual indica que ellas no son superadas del todo, y que serían persistentes (Wood, Felton, Flowers, & Naylor, 1991).

Sin embargo, otros estudios cerebrales también han mostrado la plasticidad del S.N.C., lo cual permite buscar mecanismos compensatorios o alternativos para acceder a la decodificación y al significado. En consecuencia, aunque las dislexias tengan su causa en anomalías tempranas del desarrollo cerebral, su evolución también depende de estrategias que se elaboren en el medio familiar y escolar.

Conclusión

Finalmente, respecto al objetivo de este artículo que ha sido mostrar los beneficios que se pueden obtener del trabajo integrado de las disciplinas psicológicas cognitivas y las neurociencias, voy a reproducir las expresiones de un investigador en neurociencias que acaba de publicar un libro sobre el funcionamiento del cerebro y los procesos cognitivos. Dice Dehaene, (1997): "En los confines de la biología y de la psicología nace una nueva disciplina, las neurociencias cognitivas, cuya imaginaria funcional es la principal herramienta y que espera echar una nueva mirada sobre las cuestiones de la psicología y de la neuropsicología que permanecen en suspenso. La visualización directa de redes de áreas cerebrales implicadas en una tarea cognitiva permite, en numerosos casos, resolver de una sola vez cuestiones ya debatidas muchas veces" (p. 2).

Mi interés en este artículo ha estado centrado principalmente en mostrar la convergencia entre ambas disciplinas, en el proceso de la elaboración del conocimiento sobre las dislexias y el lenguaje. La comprobación de algunas hipótesis cognitivas y psicolingüísticas, con metodologías de exploración

cerebral y la percepción que se puede obtener de la actividad cerebral cuando el cerebro está elaborando la información cognitiva y verbal, permiten establecer bases más sólidas y más universales para acercarnos al conocimiento de las relaciones entre el cerebro y la mente. La convergencia que hemos visto en algunos de sus resultados, han permitido dar un paso adelante en la construcción de este conocimiento.

Este avance epistemológico es concordante con los objetivos que Benton (1971) propuso para la neuropsicología, cuando expresó que el propósito esencial de esta disciplina es "aclarar la naturaleza de las relaciones entre la función cerebral y la conducta humana...", lo que tiene por objetivo "mejorar nuestra comprensión de las complejas relaciones entre el cerebro y la conducta del hombre".

La conjunción entre la neurología de los procesos superiores —en su enfoque más actual de neurociencias— y la psicología de la conciencia, que ha asumido la neuropsicología cognitiva, ha permitido avanzar con mayor rigurosidad y amplitud en los conocimientos sobre el inmenso problema neurológico y epistemológico de las relaciones entre el cerebro y el pensamiento, entre el desarrollo biológico y su interacción sociocultural.

En el campo del lenguaje escrito, estas investigaciones han ampliado los conocimientos previos sobre las relaciones entre la percepción visual de los signos gráficos, su asociación con los fonemas como significantes y acceso al lenguaje en su búsqueda de significado, con la acción cerebral. En algunos casos, las investigaciones mediante imágenes cerebrales han confirmado las hipótesis cognitivas, como sucede con los déficits en el hemisferio izquierdo o una insuficiencia en las conexiones cerebrales, durante la lectura. En otros, han abierto nuevas interrogantes, como es el caso de las investigaciones sobre la velocidad de la transmisión nerviosa o las que muestran una sobreactividad en áreas el hemisferio derecho durante el reconocimiento de las palabras por los disléxicos.

Los estudios efectuados desde esta doble perspectiva, también permiten establecer con mayor precisión estrategias para su diagnóstico y tratamiento.

Referencias

- Ackerman P., Dykman R., Oglesby M., & Newton J. (1994). EEG power spectre of children with dyslexia, slow learners and normally reading children with ADD, during verbal processing. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 619-630.
- Applebee, A. (1971). Research in reading retardation: Two critical

- problems. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 12, 91-113.
- Azcoaga, J.E. (1996). *Vigotsky: Fundador de la neuropsicología*. Congreso "A 100 años del nacimiento de Vigotsky" Universidad Autónoma de Morelos. Cuernavaca.
- Badian, N. (1996). Dyslexia: a validation of the concept at two age levels. *Journal of Learning Disabilities*, 29, 102-112.
- Bakker, D.J. & Satz P. (1970). *Specific reading disability*. Rotterdam: Univ. Press.
- Bakker, D.J. (1992). Neuropsychological classification and treatment of dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 102-109.
- Benton, A. (1971). *Introducción a la neuropsicología*. Madrid: Fontanella.
- Bruce, D. (1985). On the origin of the term "neuropsychology". *Neuropsychologia*, 23, 813-814.
- Bravo, L. (1985). *Dislexias y retraso lector*. Madrid: Editorial Santillana
- Bravo, L. (1995). *Lenguaje y Dislexias*. Santiago de Chile: Editorial Universidad Católica.
- Bravo, L., Bermeosolo, J., Pinto, A., & Oyarzo, E. (1996). Seguimiento de niños con retraso lector severo. *Infancia y Aprendizaje*, 76, 3-12.
- Dehaene, S. (1997). *Le cerveau en action: l'imagerie cérébrale en psychologie cognitive*. Paris: P.U.F.
- Denckla, M.B. & Rudel, R. (1976). Naming of pictured objects by dyslexic and other learning disabled children. *Brain and language*, 3, 1-15.
- Duane, D. & Dawson, M. (1975). *Reading, perception and language*. Orton Society. York Press.
- Duffy, F. & Mc Anulty, G. (1990). Neurophysiological heterogeneity and the definition of dyslexia: Preliminary evidence for plasticity. *Neuropsychologia*, 28, 555-571.
- Fletcher, J. & Taylor, H. (1984). Neuropsychological approach to children. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 29, 39-56.
- Flowers, D.L. (1993). Brain basis for dyslexia: A summary of work progress. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 575-582.
- Galaburda, A. (1989). Ordinary and extraordinary brain development: anatomical variation in developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 39, 67-80.
- Galaburda, A. & Livingstone, M. (1993). Evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. Tallal, Galaburda, Llinás & Von Eulen (Eds): Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia. *Annals of the New York Academy of Sciences* 682, 70-82.
- Gross-Glenn, K. (1991). Positron emission tomographic studies during serial word -reading by normal and dyslexic adults. *Journal of Clinical and experimental Neuropsychology*, 13, 531-544.
- Habib, M., Robichon, F., & Démonet, J.F. (1996). Le singulier cerveau des dyslexiques. *La Recherche* 289, 80-85.
- Hogaboam, T. & Perfetti, C. (1978). Reading skill and the role of verbal experience in decoding. *Journal of Educational Psychology*, 70, 717-729.
- Hynd, G., Marshall, R., & Semrud-Clikeman. (1991). Developmental Dyslexia, neurolinguistic theory and deviations in brain morphology. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 3, 345-362.
- Hynd, G., & Semrud-Clikeman. (1989 a). Dyslexia and neurodevelopmental pathology. *Journal of Learning Disabilities*, 22, 204-216.
- Hynd, G. & Semrud-Clikeman M. (1989 b). Dyslexia and brain morphology. *Psychological Bulletin*, 106, 447-482.
- Jorm, A. (1983). Specific reading retardation and working memory: A review. *British Journal of Psychology* 74, 311-342.
- Koening, O. (1997). La perception et l'attention visuelles. En: Dehaene S. (Ed.) *Le cerveau en action: l'imagerie cérébrale en psychologie cognitive*. Paris: P.U.F.
- Larsen, J., Høien, T., & Lunndberg I. (1990). MRI Evaluation of the size and symmetry of the Planum Temporale in adolescents with developmental dyslexia. *Brain and language*, 39, 289-301.
- Leonard, C.M. (1993). *Archives of neurology* 50, 461.
- Livingstone, M. (1993). Parallel processing in the visual system and the brain: Is one subsystem selectivity affected in dyslexia? En: A Galaburda. (Ed.) *Dyslexia and development. Neurobiological aspects of extra-ordinary brains*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lovegrove, W. (1993). Weakness in the transient visual system: A causal factor in dyslexia?. En: Tallal, Galaburda, Llinás & Von Eulen (Eds): Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia. *Annals of the New York Academy of Sciences* 68, 70-82.
- Luria, A.R. (1966) *Human brain and psychological processes*. Harper and Row.
- Njokiktjen, Ch. (1993). Neurological arguments for a joint development dysphasia- dyslexia syndrome. En: Tallal, Galaburda, Llinás & Von Eulen (Eds): Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia. *Annals of the New York Academy of Sciences* 682, 70-82.
- Paulesu, E., Frith, U., Snowling, M., Gallagher, A., Morton, J. Frackwiak, R., & Frith, Ch. (1996). Is development dyslexia a disconnection syndrome. Evidence from PET scanning. *Brain*, 119, 143-157.
- Pavlidis, G. (1986). The role of the eye movements in the diagnosis of dyslexia. En: G. Pavlidis & D. Fisher (Eds). *Dyslexia: Its neuropsychology and treatment*. New York: John Wiley & sons.
- Pavlidis, G. (1990). Detecting dyslexia through ophtakmokinosis: a promise for early diagnosis. En: G. Pavlidis (Ed.) *Perspectives on dyslexia. Neurology, Neuropsychology and Genetic*. New York: John Wiley & sons.
- Petersen, S., Fox P., Posner, M., Mintun, M., & Raichle, M. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, 331, 585-589.
- Posner, M. & Abdullaev, Y. (1996). Devoiler la dynamique de la lecture. *La Recherche. Voir dans le cerveau*, 289, 66-69.
- Rack, J.P. (1985). Orthographic and phonetic coding in developmental dyslexia. *British Journal of Psychology*, 76, 325-340.
- Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span: evidence for dyslexic typology. En: G. Pavlidis & D. Fisher. (Eds). *Dyslexia: Its neuropsychology and treatment*. New York: John Wiley & sons.
- Rumsey, J.M. (1992). Failure to activate the left temporo parietal cortex in dyslexia. *Archives of neurology*, 49, 527-534.
- Rumsey, J.M. (1994). Normal activation of fronto temporal language cortex in dyslexia. *Archives of neurology* 51, 27-38.
- Stanovich, K.E. (1988). The right and wrong places to look for the cognitive locus of reading disability. *Annals of Dyslexia*, 38, 154-177.
- Stanovich, K.E. (1981). Relationship between word decoding speed, general name retrieval ability and reading progress in first grade children. *Journal of Educational Psychology*, 73, 809-815.
- Segui, J. (1994). La fabrique du langage. *Science et avenir*:

- L'Esprit et le cerveau*, 97, 50-53.
- Tallal, P., Miller, S., & Fitch, R. (1993). Neurobiological basis of speech. En.: Tallal, Galaburda, Llinás & Von Eulen (Eds). Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia. *Annals of the New York Academy of Sciences* 682, 27-47.
- Temple, Ch. (1997). Cognitive neuropsychology and its application to children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 38, 27-52.
- Vellutino, F.R. (1980). Dyslexia: perceptual deficiency or perceptual inefficiency?. En: Kavanagh y Venesky (Eds). *Orthography, reading and dyslexia*. Univ. Park Press.
- Vellutino, F.R. (1979). *Dyslexia. Theory and Research*. The M.I.T. Press. Cambridge.
- Vellutino, F.R. (1972). Reading disability an investigation of the perceptual deficit hypothesis. *Cortex* 8, 106-118.
- Wood, F., Felton, R., Flowers, L. & Naylor, C. (1991). Neurobehavioral definition of Dyslexia. En: D. Duane y D. Gray D. (Eds.). *The Reading Brain*. Parkton: York Press.