

¿Existen patrones diferentes de asimetría cerebral entre subtipos disléxicos?

Juan E. Jiménez, Sergio Hernández y Jessica Conforti*
Universidad de La Laguna y * Universidad de Padova (Italia)

El objetivo de este estudio fue analizar la asimetría cerebral en niños disléxicos y, específicamente, comprobar si existen diferencias en asimetría cerebral entre subtipos disléxicos. Para ello se seleccionó una muestra de 89 disléxicos de la que se identificaron subtipos disléxicos mediante el método de regresión estadística a partir del trabajo de Jiménez y Ramírez (2002). La técnica utilizada para evaluar las diferencias funcionales hemisféricas fue la de tareas concurrentes. Los datos encontrados fueron comparados con los mostrados por un grupo control de lectores normales equiparados en edad cronológica (EC) al grupo experimental (N= 37) y con los evidenciados por un grupo control de niños lectores normales (NL) pero de menor edad cronológica que el grupo experimental (N= 40). Se encontró que, a diferencia del grupo control de igual edad cronológica, en el grupo de disléxicos hubo un elevado porcentaje de niños que mostró un patrón de convergencia en el hemisferio izquierdo tanto para las funciones verbales como para las espaciales. Este mismo resultado fue obtenido en el grupo de lectores normales de menor edad. Por otra parte, no se encontraron patrones diferentes de asimetría cerebral entre los subtipos disléxicos identificados.

Are there different patterns of cerebral asymmetry between dyslexic subtypes? The purpose of this research has been to analyze the cerebral asymmetry in dyslexic children and, specifically for demonstrating whether there are different patterns of cerebral asymmetry among subtypes of dyslexia. We used a sample of 89 dyslexic children divided into subtypes obtained from the Jimenez and Ramirez (2002) study. The dual-task method was used to assess hemispheric specialization. The data were compared with that obtained from a control group of normal readers of same age (CA; N= 37) and with a younger reading level control group (RL; N= 40). We found that in the dyslexic group, similarly to the younger reading level group, a high percentage of children showed convergence in the left hemisphere of both linguistic and spatial functions. This pattern was also found in the RL control group. On the other hand, we did not find different patterns of cerebral asymmetry between dyslexic subtypes.

En la actualidad está perfectamente establecido que la dislexia, condición que perdura a lo largo de la vida del sujeto, está motivada por un desorden de naturaleza cerebral. Una forma de considerar si los trastornos severos en la lectura están motivados por déficit en el funcionamiento cerebral es el estudio de una de las características básicas del sistema nervioso, esto es, su carácter asimétrico. Es aceptada, aunque con matices, la idea de que los lectores normales presentan un patrón de especialización hemisférica caracterizado por la lateralización del lenguaje al hemisferio izquierdo, mientras que el control de las funciones espaciales sería responsabilidad del hemisferio derecho (HD) (Alarcón y Blanca, 2000; Monsalve y Cuetos, 2001). Un acercamiento experimental válido podría ser comparar a lectores normales y disléxicos en el patrón de asimetría cerebral que muestran. Sin embargo, los distintos estudios realizados presentan resultados dispares muchas veces difíciles de aunar.

Han sido varias las explicaciones que se han formulado a la hora de explicar esta variabilidad en los resultados. Una primera causa sería la falta de una definición consensuada sobre la dislexia. Esto lleva a que los diferentes investigadores tengan distintos criterios a la hora de constituir los grupos experimentales. Una primera fuente de variabilidad es el grado de retraso (en años) para considerar a un sujeto como disléxico. En segundo lugar, algunos autores han definido las muestras de disléxicos a partir de medidas de tiempo de lectura y/o exactitud, y otros a partir de medidas de comprensión (Morton 1994; Morton y Siegel, 1991). También se ha sugerido que las pruebas de escucha dicótica elegidas exhiben características psicométricas distintas. Variables como el tipo de estímulo verbal utilizado (dígito, sílaba o palabra), el tipo de paradigma (i.e., recuerdo libre o atención dirigida), y el uso de pares simples o múltiples, influyen sobre los resultados obtenidos (Bowen y Hynd, 1988; Morton y Siegel, 1991; Obruz, Boliek y Obrzut, 1986).

No obstante, la mayor fuente de variabilidad entre las distintas investigaciones ha sido el hecho de considerar la dislexia como una entidad homogénea. A partir de los trabajos de Kinsbourne y Warrington (1963), Johnson y Myklebust (1967), Boder (1970) y Pirozzolo (1979), parece claramente establecida la existencia de, al menos, tres subtipos distintos de disléxicos. Dada esta situación

Fecha recepción: 13-6-05 • Fecha aceptación: 30-12-05

Correspondencia: Juan E. Jiménez
Facultad de Psicología
Universidad de La Laguna
38200 Islas Canarias (Spain)
E-mail: ejimenez@ull.es

es probable que los distintos subtipos disléxicos muestren también patrones de asimetría cerebral diferentes.

En este contexto de investigación, Morton y Siegel (1991) usaron una tarea de escucha dicótica en niños con dificultad en comprensión lectora (CL) y en niños que además tenían problemas en el reconocimiento de palabras. Estos autores encontraron que los disléxicos con falta de comprensión presentaban una hiperactivación del HD, mientras que el otro grupo presentó una inhibición de este hemisferio. En un estudio posterior del mismo autor (Morton, 1994) se puso de manifiesto que los niños con dificultades en CL mostraban una elevada superioridad del oído derecho (REA, right ear advantage), mientras que el segundo grupo mostró una marcada superioridad del oído izquierdo (LEA, left ear advantage). También, mediante escucha dicótica, Cohen, Hynd y Hugdahl (1992) utilizaron el paradigma del recuerdo libre y sílabas como estímulos. Los niños que constituían el grupo experimental fueron clasificados siguiendo la taxonomía de Boder (1970) en disfonéticos, diseidéticos y mixtos. Tanto los diseidéticos como los mixtos obtuvieron mayor puntuación REA, que reflejaba una lateralización del lenguaje en el hemisferio izquierdo. Los disfonéticos mostraban superioridad del oído derecho, pero no tan marcada como los otros dos grupos, porque la distribución de su puntuación REA era bimodal. En la misma línea, Aylward (1984) llevó a cabo su trabajo adoptando el sistema de clasificación de Boder y la técnica de escucha dicótica mediante los paradigmas *direct right* (DR) y *direct left* (DL). A diferencia de Cohen et al (1992), Aylward (1984) no encontró diferencias entre los subgrupos de disléxicos. Por su parte, Masutto, Bravar y Fabbro (1994) realizaron un estudio con escucha dicótica mediante recuerdo libre y utilizando como estímulos dígitos combinados en pares múltiples. Los niños fueron divididos, según la clasificación propuesta por Bakker (1979), en disléxicos *tipo P*, que muestran una lectura lenta y con muchos errores de repeticiones, fragmentaciones y vacilaciones; disléxicos *tipo L* que manifiestan una lectura rápida pero con errores de omisiones, sustituciones y adiciones; y disléxicos *tipo M* que exhibían características de ambos grupos. Los resultados validaron la hipótesis de Bakker. Los niños con dislexia tipo M obtuvieron una REA significativa, los disléxicos tipo L presentaron una tendencia hacia la REA, mientras que los disléxicos tipo P exhibían una tendencia no significativa hacia la LEA. Los autores interpretaron sus resultados como una excesiva actividad durante el proceso de lectura del hemisferio izquierdo en los disléxicos tipo L, mientras que en los disléxicos tipo P existía una baja participación de este hemisferio.

Por último, Lamm y Epstein (1994), utilizando escucha dicótica (FR free recall, recuerdo libre) con dígitos y palabras, demostraron que solamente los disléxicos de superficie exhibieron una marcada lateralización con ventaja del oído derecho. Pero esto se verificaba sólo cuando los estímulos eran complejos. Sin embargo, los disléxicos fonológicos y de superficie mostraron una lateralización igual a la de los controles.

A partir de los trabajos revisados se pone de manifiesto que la relación entre asimetría cerebral y dislexia no está claramente establecida. El estudio llevado a cabo por Masutto et al. (1994) sugiere que en el grupo de los disléxicos fonológicos no se observa superioridad del hemisferio izquierdo, y, en cambio, en los disléxicos de superficie no se encuentra asimetría. Sin embargo, los resultados obtenidos por Cohen et al. (1992) evidencian una marcada activación del hemisferio izquierdo en la dislexia de superficie, mientras que en la dislexia fonológica se observa una moderada implicación de este hemisferio.

Por otra parte, la investigación revisada sobre subtipos disléxicos ha recibido numerosas críticas debido a que las tareas empleadas por los investigadores no se relacionaban con los modelos cognitivos actuales sobre los procesos de lectura (Stanovich, Siegel y Gottardo, 1997). Los procesos de reconocimiento de palabras, que constituye una parte esencial en el desarrollo de la habilidad lectora (véase Mann, 1991; Share, Jorm, MacLean y Matthews, 1984), han sido conceptualizados en el marco de las teorías duales (Coltheart, 1980). Mediante el empleo de técnicas estadísticas como la regresión, nos encontramos con una serie de estudios de reciente publicación (véase Genard, Mousty, Content, Alegria, Leybaert y Morais, 1998; Jiménez y Ramírez, 2002; Manis et al., 1996; Sprenger-Charolles, Colé, Lacert y Serniclaes, 2000; Stanovich et al., 1997) en los que se establece la división de los disléxicos en subtipos en función de los mecanismos que subyacen al reconocimiento de palabras.

La investigación que aquí se presenta analiza la asimetría cerebral en subtipos disléxicos que han sido identificados en función de las estrategias cognitivas involucradas en el acceso al léxico. Se pretende dar respuesta a dos cuestiones. Primera, ¿existen diferencias significativas en el patrón de asimetría cerebral mostrado por niños disléxicos cuando son comparados con un grupo de lectores normales equiparados en edad cronológica, o bien cuando los comparamos con niños de su mismo nivel lector pero de menor edad? Y, segunda, en función de las investigaciones que plantean la existencia de subtipos entre la población disléxica, ¿existen patrones diferentes de asimetría cerebral entre subtipos disléxicos?

A partir de los dos objetivos planteados se establecen las siguientes predicciones. En primer lugar, se propone que hay un patrón de lateralización cerebral de funciones tanto en el grupo de disléxicos como en los lectores normales de menor edad frente a lateralización izquierda para el lenguaje y lateralización derecha para el procesamiento espacial en los lectores normales de igual edad cronológica que los disléxicos. En segundo lugar, se propone que los subtipos disléxicos (i.e., fonológicos y de superficie) evidencian patrones de asimetría cerebral diferentes. Así, esperamos que no se encontrará una marcada lateralización de la función lingüística aunque sí espacial en los disléxicos fonológicos, y, en cambio, en los disléxicos de superficie habrá una marcada activación del hemisferio izquierdo para el lenguaje junto a una bilateralización de la función espacial medida.

Método

Diseño

En este estudio se empleó un diseño de nivel lector con tres grupos.

Participantes

Un grupo experimental constituido por sujetos disléxicos; otro grupo formado por sujetos con un rendimiento lector similar al grupo disléxico aunque de menor edad cronológica (grupo control de nivel lector) (NL) y un tercer grupo constituido por sujetos con rendimiento lector normal y de la misma edad cronológica que los disléxicos (grupo control de edad cronológica) (EC). La muestra de disléxicos, así como la correspondiente al grupo control EC, fue la misma que la utilizada en el trabajo experimental realizado por Jiménez y Ramírez (2002). En concreto, eran 89 disléxicos (edad en

meses, \bar{x} = 104,6; DT= 7,87). El grupo control EC estaba formado por 37 sujetos (edad en meses, \bar{x} = 106,8; DT= 5,18). Dado que en el estudio de Jiménez y Ramírez (2002) no se evaluó la asimetría cerebral para el lenguaje y para las funciones espaciales en un grupo control igualado en nivel lector con el grupo de disléxicos, fue necesario obtener un grupo control específicamente identificado para esta investigación. El grupo control NL estuvo formado por 40 niños (edad en meses, \bar{x} = 91,6; DT= 4,2) que tenían un rendimiento lector normal según el test de evaluación de los procesos lectores (PROLEC) (Cuetos, Rodríguez y Ruano, 1996). Los objetivos trazados en esta investigación suponían trabajar con la muestra de disléxicos clasificados en subtipos. Para ello nos basamos también en el análisis de subtipos disléxicos que realizaron Jiménez y Ramírez (2002) sobre la muestra de 89 disléxicos. Para la identificación de los subtipos disléxicos, Jiménez y Ramírez usaron el procedimiento de Castles y Coltheart (1993), teniendo en cuenta la diferencia en los tiempos de lectura entre palabras familiares y pseudopalabras. Los subtipos disléxicos fueron definidos teniendo en cuenta la recta de regresión y un intervalo de confianza del 90% que se calculó a partir de los tiempos de lectura invertidos en lectura de palabras familiares y pseudopalabras en el grupo de EC. Un disléxico de superficie es un niño que es «outlier» cuando invierte más tiempo del esperado en leer palabras en relación al tiempo invertido en la lectura de pseudopalabras, encontrándose dentro el rango normal, es decir, del intervalo de confianza. Esto significa que no invierte más tiempo del esperado en leer las pseudopalabras en relación al tiempo invertido en las palabras. En cambio, los disléxicos fonológicos fueron definidos de forma inversa. Tras la aplicación de este método, los resultados encontrados permitieron el establecimiento de un grupo de disléxicos fonológicos, constituido por 22 alumnos (14 niños, 8 niñas) con edades de 8,2 años en el grupo de los niños y 8,8 años en el grupo de las niñas, y un grupo de disléxicos de superficie constituido por 48 alumnos (25 niños, 23 niñas) con edades de 8,2 años en el grupo de los niños y 8,3 en el grupo de las niñas. Tanto los sujetos disléxicos como los sujetos controles eran diestros según las puntuaciones obtenidas en el Test de Dominancia Lateral de Harris (Harris, 1947). Todos los sujetos tenían visión y audición normal o corregida, no mostraban daño neurológico diagnosticado y eran hispanohablantes.

Instrumentos

Lectura. Subprueba de lectura de pseudopalabras perteneciente al test de evaluación de los procesos lectores (PROLEC) (Cuetos et al, 1996).

Preferencia manual. Se empleó el test de Dominancia Lateral (Harris, 1947). Esta prueba permite obtener información de la dominancia manual, de la dominancia del pie y de la dominancia ocular. Las puntuaciones de los sujetos fueron tratadas según la fórmula: $CL = (D - I / D + I) * 100$. En la misma, **CL** es el cociente de lateralidad; **D** es el número de tareas realizadas con la mano derecha; e **I** es el número de tareas ejecutadas con la mano izquierda (véase Olfield, 1971). Establecimos como criterio que para ser considerado diestro un sujeto debía obtener una puntuación en CL igual o superior a +60.

Procedimiento

Se emplearon tareas concurrentes para medir la lateralización de la función lingüística y espacial. Para ello se utilizó el procedi-

miento metodológico descrito por Kinsbourne y Cook (1971), y los estímulos y materiales fueron tomados del estudio realizado por Hernández, Camacho-Rosales, Nieto y Barroso (1997). La tarea que los sujetos debían realizar era una tarea motora de *tapping*, mientras que las tareas secundarias eran de tipo espacial o verbal. En la tarea de *tapping* el sujeto tenía que presionar alternativamente dos teclas utilizando los dedos índice y corazón de cualquiera de las dos manos. El *tapping* se realizaba sobre un teclado de ordenador PC utilizando las teclas correspondientes a los números 4 y 5, permaneciendo el resto del teclado oculto mediante una funda. El teclado se desplazaba en cada condición experimental de tal modo que su localización fuese ipsilateral a la mano con la cual se realizaba el *tapping*. En las instrucciones se insistía al sujeto que no mirase el teclado del ordenador mientras ejecutaba la tarea. La tarea verbal consistió en la repetición en voz alta de un bloque de cuatro palabras estímulo durante diez segundos. La elección de las palabras se realizó procurando que tuviera una cierta dificultad de pronunciación y poca frecuencia de uso, para evitar familiaridad con la tarea. Las palabras seleccionadas fueron: cernícalo, dromedario, avestruz y cocodrilo. En cuanto a la tarea espacial, se utilizaron seis tarjetas, cada una de ellas formada por dos matrices de doce dibujos (3x4). Los dibujos representaban diseños abstractos sin posibilidad de etiquetado verbal. La segunda matriz de cada tarjeta contenía seis de los doce dibujos presentes en la primera matriz y seis nuevos diseños. Para cada tarjeta, la localización de los estímulos comunes a las dos matrices era diferente. Los sujetos examinaban durante diez segundos las dos matrices. A continuación, se ocultaba la primera de ellas, con la instrucción de que señalaran los dibujos del segundo bloque que estaba ausente en la primera matriz. El tiempo de ejecución de cada tarea o condición experimental era de diez segundos, utilizándose un cronómetro para su control. Los instrumentos utilizados para la medición de la variable dependiente fueron: 1) ordenador: las respuestas de *tapping* del sujeto se contabilizaban con el número de secuencia «4 y 5» realizadas correctamente en el teclado, quedando registradas en el propio ordenador; 2) cassette: mediante un cassette AKAI-AJ457 se registraban las respuestas verbales de los sujetos. Cada secuencia de cuatro palabras repetidas correctamente dentro del tiempo establecido se consideraba como una respuesta; y 3) hoja de respuestas: las identificaciones correctas dadas en la tarea espacial eran registradas por el experimentador en una hoja de respuesta diseñada para tal fin. Cada sujeto pasaba por ocho condiciones experimentales. En cuatro de ellas los sujetos realizaban una única tarea, bien la tarea motora, o bien una de las tareas secundarias. Es decir, se trata del nivel más simple, representado mediante la letra «S». *SD: Tapping* con la mano derecha; *SI: Tapping* con la mano izquierda; *SV: Tarea verbal* y *SE: Tarea espacial*. En las cuatro condiciones restantes, identificadas mediante la inicial «C», se combinaba la realización de la tarea primaria con una de las tareas secundarias, es decir, la realización concurrente del *tapping* junto a la tarea verbal o espacial: *CIV: concurrencia del tapping con la mano izquierda junto con la tarea verbal*; *CDV: concurrencia del tapping con la mano derecha junto con la tarea verbal*; *CIE: concurrencia del tapping con la mano izquierda junto a la tarea espacial* y *CDE: concurrencia del tapping con la mano derecha junto a la tarea espacial*.

El valor de la interferencia experimentada por los sujetos cuando realizaban el *tapping* en cada mano junto a las tareas cognitivas fue obtenido utilizando las fórmulas: $IDV = (SD - CDV) / SD$ para la mano derecha y la tarea verbal; $IIV = (SI - CIV) / SI$ para la

mano izquierda y la tarea verbal; $IDE = (SD-CDE)/SD$ para la mano derecha y la tarea espacial y $IIE = (SI-CIE)/SI$ para la mano izquierda y la tarea espacial. Se consideró que un sujeto tenía lateralizado el lenguaje en el hemisferio izquierdo si $IDV-IIV > 0$, mientras que si $IDV-IIV < 0$ el sujeto tenía lateralizado el lenguaje en el HD. Un tratamiento similar se llevó a cabo con los datos obtenidos para la tarea espacial.

Resultados

En la utilización del procedimiento de tareas concurrentes como técnica conductual para la evaluación de la asimetría cerebral es un requisito indispensable que la realización concurrente de la *tapping* y de la actividad cognitiva asociada generen interferencia (Hiscock, 1986). Dado que estamos utilizando este procedimiento, en el análisis de los datos excluimos a aquellos sujetos que no mostraron interferencia o que mostraron facilitación. En una primera aproximación a los datos se llevó a cabo un ANOVA para comprobar si existen diferencias significativas en el patrón de asimetría cerebral verbal y espacial mostrado por los niños disléxicos y los dos grupos de control. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en el patrón de asimetría cerebral para el lenguaje [F (2,146)= .09; MSE= 35.0, $\eta^2 = .001$; p= .90], sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas en asimetría espacial [F (2,146)= 6.04; MSE= 2.19, $\eta^2 = .07$; p<.003]. Contrastes a posteriori demostraron que el grupo disléxico, a diferencia del grupo EC, presentaba una lateralización al hemisferio izquierdo de la función espacial $t(144) = 3.40$, p<.003. Este patrón de resultados sugiere que los niños disléxicos presentan una mayor confluencia de funciones lingüísticas y espaciales al hemisferio cerebral izquierdo (HI). La tabla 1 recoge las medias y desviaciones típicas para cada uno de los grupos en asimetría verbal y espacial.

Respecto al lenguaje, en el grupo de disléxicos, el 77.6% (N= 52) muestra una lateralización del HI frente al 22.4% (N= 15) que exhibe una lateralización de esta función en el HD. Por su parte, en el grupo EC se encontró que el 92,3% (N= 33) mostró lateralización cerebral del lenguaje al HI, mientras que el 7,7% (N= 6) presenta lateralización al HD para esta función. Por último, en el análisis realizado para el grupo NL, el 57,5% (N= 23) evidenció una lateralización izquierda para el lenguaje, mientras que el 42,5% (N= 17) muestra esta función lateralizada en el HD. Realizadas las comparaciones de proporciones, encontramos diferencias significativas entre el grupo de disléxicos y el grupo EC $X^2(1)=11.29$; p<0.01, pero no entre el grupo disléxico y el grupo NL $X^2(1)= 0.056$; p= 0.453. Asimismo, la distribución de proporciones encontradas en la variable lateralización cerebral del len-

guaje fue diferente entre ambos grupos de control $X^2(1)= 5.250$; p<0.022]. Es decir, frente a una marcada lateralización de esta función en el grupo EC encontramos una mayor bilateralización tanto de los disléxicos como de los niños del grupo NL. La representación gráfica de estos resultados puede consultarse en la figura 1.

Los resultados encontrados para la tarea espacial ponen de manifiesto que en el grupo de disléxicos esta función resultó lateralizada al HI en el 65,6% (N= 42) de los casos; el 34,4% (N= 22) restante mostró lateralización al HD. En el grupo EC se obtuvo casi el patrón contrario. Esto es, el 22,5% (N= 9) mostró lateralización izquierda junto al 77,5% (N= 31) que evidenció una lateralización hemisférica derecha para esta tarea. Por último, en el grupo NL se encontró que el 37,5% (N= 15) evidenció lateralización izquierda, mientras que el 62,5% (N= 25) presentó lateralización derecha para la tarea espacial. Realizados los contrastes de proporciones se encontró una diferencia de proporciones significativa entre disléxicos y grupo EC $X^2(1)= 12.03$; p<0.01; ausencia de diferencias entre el grupo disléxico y grupo NL $X^2(1)= 0.075$; p= 0.201; y diferencias significativas entre el grupo EC y NL $X^2(1)= 4.239$; p<0.047. La representación gráfica de estos resultados puede consultarse en la figura 2.

Los resultados encontrados en los dos primeros análisis planteaban que lo que hacía diferente al grupo disléxico del grupo EC y similar al grupo NL era la confluencia del lenguaje y de las funciones espaciales en el hemisferio izquierdo. Con el objetivo de comprobar esta hipótesis, contabilizamos el número de sujetos de

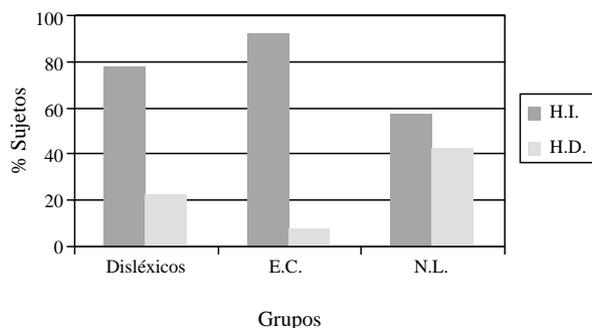


Figura 1. Lateralización cerebral del lenguaje en el grupo de disléxicos, lectores normales igualados en edad cronológica (EC) y lectores igualados en nivel lector. H.I.= Hemisferio izquierdo; H.D.: Hemisferio derecho

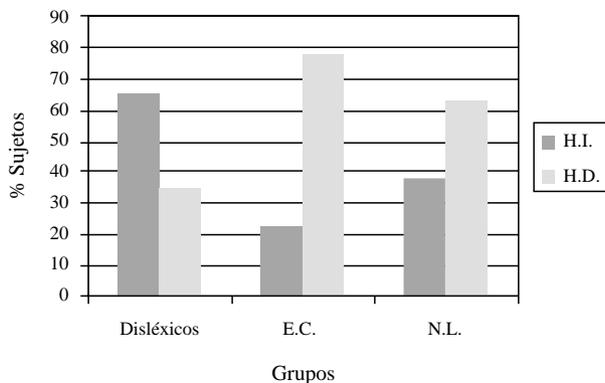


Figura 2. Lateralización cerebral de la tarea espacial en el grupo de disléxicos, lectores normales igualados en edad cronológica (EC) y lectores igualados en nivel lector (NL). H.I.= Hemisferio izquierdo; H.D.: Hemisferio derecho

Tabla 1
Medias y desviaciones típicas para cada uno de los grupos en asimetría verbal y espacial

Tareas	Grupos					
	Disléxicos		EC		NL	
	M	DT	M	DT	M	DT
Asimetría verbal	5,55	10,06	7,19	27,9	5,84	18,2
Asimetría espacial	10,59	13,7	-2,37	27,0	5,09	19,6

Nota: EC= Grupo de edad cronológica; NL= Grupo de nivel lector

cada grupo en los que ambas funciones resultaban lateralizadas al mismo hemisferio izquierdo o derecho. Los resultados evidenciaron que en el grupo disléxico el 56,0% (N= 36) manifestaba una convergencia en el HI tanto de la función lingüística como de la función espacial. Esta situación se produjo en el HD en el 13,1% (N= 8). Los porcentajes encontrados para el grupo EC fueron: 7,7% (N= 3) con confluencia de ambas funciones en el HI y 5,1% (N= 2) con convergencia hemisférica derecha. Por último, por lo que respecta al grupo NL se obtuvo que en el 25% (N= 10) el HI aparecía responsable del lenguaje y de la tarea espacial. Junto a esto, el 7,5% (N= 3) evidenció lateralización hemisférica derecha para ambas funciones. Realizados los contrastes de proporciones obtuvimos una diferencia significativa entre el grupo de disléxicos y el grupo EC $X^2(1)= 10.03$; $p<0.03$; así como entre los grupos EC y NL $X^2(1)= 7.13$; $p<0.05$, pero no entre el grupo disléxico y el grupo NL $X^2(1)= 0.13$; $p= 0.081$. La figura 3 recoge la representación gráfica de los resultados descritos.

En último lugar, se analizó si existían diferencias en patrones de asimetría cerebral en los disléxicos fonológicos y de superficie. Se encontró que en el 65% (N= 13) del grupo de los disléxicos fonológicos existe coincidencia de las dos funciones en el HI. El 5,0% (N= 1) exhibe una convergencia de ambas funciones en el HD. Por su parte, en el 56,1% (N= 23) de los disléxicos de superficie se produce una convergencia en el HI tanto del lenguaje co-

mo de la función espacial. Mientras que en el 17,1% (N= 7) es el HD donde se produce la confluencia. Realizado el contraste de proporciones no se observaron diferencias significativas entre ambos subgrupos de disléxicos $X^2(1)= 0.041$; $p= 0.35$. La representación gráfica de estos resultados se recoge en la figura 4.

Discusión y conclusiones

Los resultados del presente trabajo de investigación ponen de manifiesto la existencia de un patrón de asimetría cerebral en los sujetos disléxicos que es distinto al mostrado por niños lectores de la misma edad, pero que es similar al mostrado por niños de igual nivel lector. En efecto, los resultados obtenidos tanto en la lateralización cerebral de la tarea verbal como de la tarea espacial utilizada evidencian que la organización cerebral de los niños disléxicos se caracteriza por presentar el HI como responsable del control neural de ambas actividades. Este patrón de asimetría cerebral aleja a los disléxicos no sólo del mostrado por el grupo EC, sino también del generalmente encontrado en los estudios poblacionales de lateralización cerebral de funciones. En estos últimos, es clásico encontrar una lateralización hemisférica izquierda para el lenguaje unida a una lateralización hemisférica derecha para las funciones espaciales (véase Manga y Ramos, 1986). No obstante, hay estudios que informan de convergencia hemisférica de las funciones lingüísticas y espaciales al mismo hemisferio en población neuropsicológicamente normal, aunque con porcentajes sensiblemente menores a los encontrados en este estudio en el grupo de disléxicos (Bryden, Hécaen y De Agostini, 1983).

La convergencia hemisférica de dos funciones superiores tiene como consecuencia un descenso en la eficacia con la que se ejecutan, mayor que si cada una de estas actividades estuviese lateralizada a un hemisferio distinto (McGlone y Davidson, 1973; Witelson, 1977). El aprendizaje de la lectura requiere tanto el procesamiento de la ortografía de la palabra como la habilidad de conversión de los grafemas a fonemas. Estas tareas se desarrollan a través de la adopción de dos estrategias distintas. La valorización de la ortografía exige una elaboración de naturaleza holística, mientras la descodificación de grafema a fonema puede ser efectuada solamente mediante un procesamiento analítico-secuencial (Cohen, 1969). La lateralización divergente de estas funciones permite que, durante la lectura, se activen simultáneamente tanto el área lingüística izquierda, que elabora la fonología de la palabra, como el área espacial derecha, que procesa la ortografía de la palabra, sin que se produzca ninguna interferencia entre las estrategias propias de los dos hemisferios. Ahora bien, ¿por qué se da en la población disléxica la convergencia hemisférica de las funciones medidas? En efecto, consideramos de especial valor haber realizado el presente trabajo en el contexto de un diseño de nivel lector. Esto posibilita contrastar los resultados del grupo disléxico, no sólo con los obtenidos por un grupo de lectores normales de la misma edad, sino también con los encontrados en un grupo de igual nivel lector aunque de menor edad. Como se recordará, este grupo tenía una media de edad de 7 años y 6 meses. El patrón de asimetría cerebral encontrado es similar al del grupo disléxico. Existe un acuerdo considerable en la bibliografía respecto al hecho de que el desarrollo de la especialización hemisférica continúa en el período posnatal observándose procesos de lateralización hasta los 12-14 años (Bakker, Hoefkens y Van Der Vlugt, 1979). Si por alguna razón, aún no suficientemente entendida, este proceso madurativo de lateralización cerebral de funciones se ve interrumpi-

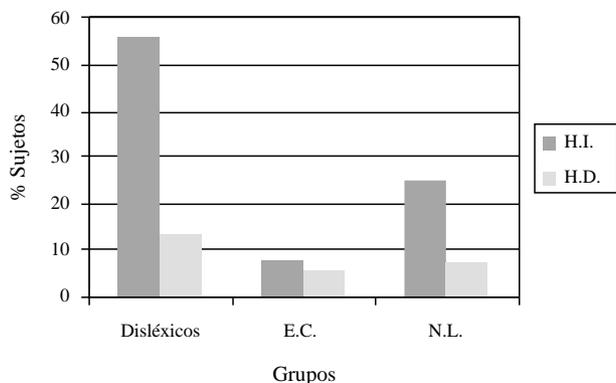


Figura 3. Confluencia hemisférica de la tarea verbal y la tarea espacial en el grupo de disléxicos, lectores normales igualados en edad cronológica (EC) y lectores igualados en nivel lector (NL). H.I.= Hemisferio izquierdo; H.D.: Hemisferio derecho

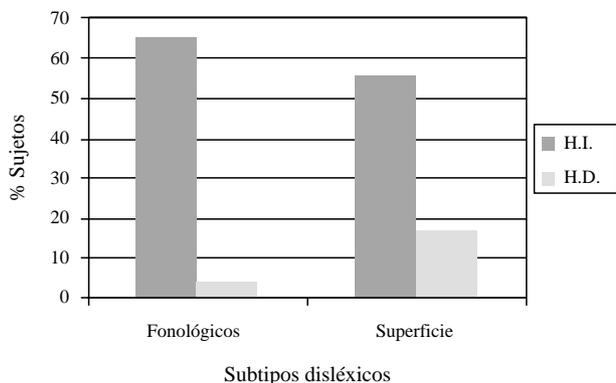


Figura 4. Confluencia hemisférica de la tarea verbal y la tarea espacial en los disléxicos fonológicos y de superficie. H.I.= Hemisferio izquierdo; H.D.: Hemisferio derecho

do, puede generarse la siguiente secuencia de acontecimientos. En primer lugar, puede ocurrir la convergencia bien en el HI o bien en el HD de funciones psicológicas superiores. Esta convergencia resulta un inconveniente para la ejecución eficaz de cada una de ellas. Las dificultades en ejecución serán máximas en procesos psicológicos complejos como el lenguaje y, por extensión, la lectura, y mínimas en actividades automáticas. Creemos que esta situación es la que acontece en el grupo de disléxicos. Esto es, una insuficiente maduración cerebral en la especialización hemisférica que es normal en el grupo de lectores de menor edad pero no así en el grupo disléxico.

Por otra parte, se ha sugerido que a los diversos subtipos disléxicos les correspondería un patrón diferencial de asimetría cerebral. Así, en lengua inglesa, Dalby y Gibson (1981), usando el paradigma de las tareas concurrentes, encontraron distintos patrones de lateralización entre disléxicos disidéticos, disfónicos y mixtos. Por su parte, Martínez y Sánchez (1999), trabajando con disléxicos españoles, encontraron una especialización del hemisferio izquierdo en el lenguaje de los sujetos con dislexia fonológica, de superficie

y mixta, aunque observaron un patrón distinto de lateralización de esta función sólo entre aquellos disléxicos fonológicos que exhiben una forma muy grave de dislexia. Nuestros resultados no encuentran diferencias significativas en el patrón de asimetría cerebral entre los disléxicos fonológicos y los disléxicos de superficie evaluados. Este hallazgo es coherente con los resultados obtenidos sobre la validación de subtipos disléxicos a partir de la evaluación de procesos cognitivos, ya que tampoco se han encontrado perfiles cognitivos diferenciados entre los subtipos disléxicos (Genard et al, 1998; Jiménez y Ramírez, 2002; Sprenger-Charolles et al, 2000), lo cual significa que los disléxicos evolutivos forman una población homogénea con un único impedimento fonológico subyacente.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por la DGICYT (Dirección General de Investigación Científica y Técnica), Ministerio de Ciencia y Tecnología, nº PB94-0587, y por Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (FEDER), 1FD97-1140.

Referencias

- Alarcón, R. y Blanca, M.J. (2000). Asimetría hemisférica en la dicotomía holística-analítica en tareas de atención focalizada. *Psicothema*, 12, 15-17.
- Aylward, E.H. (1984). Lateral asymmetry in subgroups of dyslexic children. *Brain and Language*, 22, 221-231.
- Bakker, D.J. (1979). Hemispheric differences and reading strategies: two dyslexias. *Bulletin of the Orton Society*, 29, 84-100.
- Bakker, D.J., Hoefkens, M. y Van Der Vlugt, H. (1979). Hemispheric specialization in children as reflected in the longitudinal developmental ear asymmetry. *Cortex*, 15, 619-625.
- Boder, E. (1970). Developmental dyslexia: a new diagnostic approach based on the identification of three subtypes. *Journal of School Health*, 40, 289-290.
- Bowen, S. y Hynd, G. (1988). Do children with learning disabilities outgrow deficit in selective auditory attention? Evidence from dichotic listening in adults with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 21, 623-631.
- Bryden, M.P., Hécaen, H. y De Agostini, M. (1983) Pattern of cerebral organization. *Brain and Language*, 20, 249-262.
- Castles, A. y Colheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47, 149-180.
- Cohen, J. (1969). *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. New York. Academic Press.
- Cohen, M., Hynd, G. y Hugdahl, K. (1992). Dichotic listening performance in subtypes of developmental dyslexia and left temporal lobe brain tumor contrast group. *Brain and Language*, 42, 187-202.
- Cuetos, F., Rodríguez, B. y Ruano, E. (1996). *Batería de evaluación de los procesos lectores del niño de Educación Primaria (PROLEC)*. Madrid: TEA.
- Dalby, J.T. y Gibson, D. (1981). Functional cerebral lateralization in subtypes of disabled readers. *Brain and Language*, 14, 34-48.
- Genard, N., Mousty, P., Content, A., Alegría, J., Leybaert, J. y Morais, J. (1998). Methods to establish subtypes of developmental dyslexia. En P. Reitsma y L. Verhoeven (eds.): *Problems and interventions in literacy development* (pp. 163-176). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Harris, A.J. (1947). *Test of lateral dominance*. New York: Psychological Corporation.
- Hernández, S., Camacho-Rosales, J., Nieto, A. y Barroso, J. (1997). Cerebral asymmetry and reading performance: effect of language lateralization and hand preference. *Child Neuropsychology*, 3, 206-225.
- Hiscock, M. (1986). Lateral eye movements and dual-task performance. En H.J. Hannay (ed.): *Experimental Techniques in Human Neuropsychology* (pp. 264-308). New York. Oxford University Press.
- Jiménez, J.E. y Ramírez, G. (2002). Identifying subtypes of reading disability in the Spanish language. *The Spanish Journal of Psychology*, 5, 3-19.
- Johnson, D.J. y Myklebust, H.R. (1967). *Learning disabilities, educational principles and practices*. New York: Grune and Stratton.
- Kinsbourne, M. y Cook, J. (1971). Generalized and lateralized effects of concurrent verbalization on unimanual skill. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 23, 341-345.
- Kinsbourne, M. y Warrington, E.K. (1963). Developmental factors in reading and writing backwardness. *British Journal of Psychology*, 54, 145-156.
- Lamm, O. y Epstein, R. (1994). Dichotic listening performance under high and low lexical work load in subtypes of developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 32, 757-785.
- Manga, D. y Ramos, F. (1986). La aproximación neuropsicológica a la dislexia evolutiva I: maduración cerebral. *Infancia y Aprendizaje*, 34, 43-55.
- Manis, F.R., Seidenberg, M.S., Doi, L.M., McBride-Chang, C. y Petersen, A. (1996). On the bases of two subtypes of developmental dyslexia. *Cognition*, 58, 157-195.
- Mann, V.A. (1991). Phonological awareness: the role of reading experience. *Cognition*, 24, 65-92.
- Martínez, J.A. y Sánchez, E. (1999). Dichotic listening CV lateralization and developmental dyslexia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21, 519-534.
- Masutto, C., Bravar, L. y Fabbro, F. (1994). Neurolinguistic differentiation of children with subtypes of dyslexia. *Journal of Reading Disabilities*, 27, 556-567.
- Mc Glone, J. y Davidson, W. (1973). The relation between cerebral speech laterality and spatial ability with special reference to sex and hand preference. *Neuropsychologia*, 11, 105-113.
- Monsalve, A. y Cuetos, F. (2001). Asimetría hemisférica en el reconocimiento de palabras: efectos de frecuencia e imaginabilidad. *Psicothema*, 13, 24-28.
- Morton, L.L. (1994). Interhemispheric balance patterns detected by selective phonemic. Dichotic laterality measure in four clinical subtypes of reading disabilities children. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16, 556-567.
- Morton, L.L. y Siegel, L.S. (1991). Left ear dichotic listening performance on consonant-vowel combination and digits in subtypes of reading disabilities children. *Brain and Language*, 22, 187-202.
- Obrzut, J.E., Boliek, C.A. y Obrzut, A. (1986). The effect of stimulus type and directed attention on dichotic listening with children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 198-209.

- Olfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness. The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 19, 97-113.
- Pirozzolo, F.J. (1979). *The neuropsychology of developmental reading disorders*. New York: Prager.
- Share, D., Jorm, A., McLean, R. y Matthews, R. (1984). Sources of individual differences in reading acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 76, 1.309-1.324.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P. y Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia: evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54, 87-103.
- Stanovich, K.E., Siegel, L. y Gottardo, A. (1997). Converging evidence for phonological and surface subtypes of reading disability. *Journal of Educational Psychology*, 89, 114-127.
- Withelson, S.F. (1977). Developmental dyslexia: two right hemispheres and none left. *Science*, 195, 309-311.