

Curso 1993/94  
HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

**SERGIO HERNÁNDEZ EXPÓSITO**

**Lateralización cerebral del lenguaje,  
preferencia manual y rendimiento lector**

**Directores**  
**JOSÉ BARROSO RIBAL**  
**ANTONIETA NIETO BARCO**



**SOPORTES AUDIOVISUALES E INFORMÁTICOS**  
**Serie Tesis Doctorales**

## AGRADECIMIENTOS

*Asumiendo la responsabilidad de los posibles errores que contenga el trabajo que presentamos, quisiéramos dejar constancia de que los posibles méritos son fruto de la acción conjunta de los miembros del grupo de Neuropsicología de la Facultad de Psicología. Trabajar de esta forma se convierte en un verdadero placer cuando consideramos que dicho grupo se vertebra no sólo en torno a ideas, conceptos, diseños de investigación, etc., sino también en torno a entrañables relaciones humanas. En este sentido, nos sentimos orgullosos de pertenecer al mismo.*

*El Dr.D. José Barroso Ribal no es mi padre, pero casi. Es mi Profesor. Es decir, la formación que me ha brindado a lo largo de los ya 11 años de colaboración conjunta ha supuesto, para mi, la consolidación de una forma de pensar y hacer en Neurociencias. Su planteamiento básico: "busca una idea, conceptualízala y tradúcela en diseños de investigación", marca el camino correcto a seguir para quienes, como él, aspiramos a ser buenos investigadores. En este sentido, la dedicación que Jose ha tenido conmigo supera con creces lo que generalmente esperas de tu director de Tesis.*

*La Dra. D<sup>a</sup> Antonieta Nieto Barco es genial. Su capacidad para extraer la totalidad de la información recogida en cualquier artículo, englobarla en un marco conceptual concreto e incluso cuestionarla por, por ejemplo, no ajustarse a un correcto diseño metodológico ha supuesto un aprendizaje vicario fundamental en mi formación. Si a esto unimos su total implicación, tanto profesional como personal, con el trabajo que presentamos, comprobamos que al lenguaje humano le falta aún flexibilidad para manifestar mediante palabras la totalidad de nuestro agradecimiento.*

*Como se desprende de lo comentado, es la interacción Jose x Anto la que maximiza su rendimiento en cualquier trabajo que se propongan.*

*También, es el momento oportuno para agradecer su colaboración a los niños y niñas que participaron desinteresadamente en esta investigación. Sólo esperamos haber contribuido, en alguna medida, al esclarecimiento de ese mundo tan complejo con el que se enfrentan en estos momentos de sus vidas, esto es, el aprendizaje de la lectura.*

*Llegados a este punto, consideramos necesario expresar nuestro más sincero agradecimiento a D. Cristo Santana, a quien no le importó restar el tiempo necesario de su trabajo para realizar las gráficas contenidas en esta tesis. Pero, además, este agradecimiento se torna satisfacción y orgullo, al poder celebrar su brillantemente adquirido grado de Doctor. Simplemente, deseamos poder seguir disfrutando en el futuro tanto de su capacidad de trabajo como de su calidad humana.*

*Elena Cañizares, Edurne Rodrigo, M<sup>ª</sup> Carmen San Juan y M<sup>ª</sup> Luz Palacios, colaboraron en la recogida de datos de las distintas investigaciones realizadas. Sin su ayuda, este trabajo no hubiese sido posible. Por todo ello, gracias.*

*José China nos ha sorprendido gratamente con sus acertados comentarios sobre la correcta construcción sintáctica de las frases empleadas en la redacción de este texto. Su colaboración ha sido muy importante para nosotros.*

*También quisiéramos agradecer su colaboración a Mercedes Rodrigo y al Dr. Juan E. Jiménez, quienes posibilitaron nuestro acceso a parte de la muestra experimental utilizada en este trabajo.*

*A Teresa Olivares, Tone Wollmann, Rosario Santa Cruz, Reyes Martínez y Nieves Brito, quienes con sus preguntas y comentarios se han preocupado, casi obsesionado, por la evolución de este trabajo.*

*A Daute, del que sólo esperamos que algún día sepa comprender porqué se quedó sin vacaciones el verano del 93.*

*La calidad obtenida en la impresión definitiva de este trabajo fue posible gracias a la generosa cesión, por parte de Alejandro Jiménez, de su impresora HP LasertJet 4. Nuestro más sincero agradecimiento por ello.*

*Nuestro agradecimiento muy especial también va dirigido a mis padres y hermanos quienes, en todo momento, han confiado en nuestra capacidad para obtener los objetivos trazados.*

*A Luis y Emilia para quienes mi trabajo siempre ha sido importante simplemente por el hecho de que era yo quién lo realizaba.*

*A Emilia, mi compañera, quien ha sabido compartir las euforias y depresiones que genera todo trabajo de estas características. Su aliento y apoyo adquiere mayor significación por su ilimitada capacidad para aceptar de buen grado los momentos de separación que necesariamente se han producido. A ella le dedico este trabajo deseando que el mismo contribuya a fortalecer nuestra relación.*

*A Emilia*

*A mis Padres*

*A Luis y Emilia*

*Lateralización Cerebral del Lenguaje,  
Preferencia Manual y Rendimiento Lector*

Esta investigación ha sido financiada por La  
Consejería de Educación Cultura y Deportes  
de La Comunidad Autónoma Canaria,  
Proyecto nº 1/01.06.88.

# ÍNDICE





# I.- MARCO TEORICO

<b>1.- INTRODUCCION: Neuropsicología de la Lectura</b>	<b>3</b>
<b>2.- ACERCAMIENTOS NEUROANATOMICOS</b>	<b>13</b>
2.1.- Estudios <i>postmortem</i>	15
2.2.- Estudios de neuroimagen (TAC, RM)	21
<b>3.- ACERCAMIENTOS NEUROFUNCIONALES</b>	<b>29</b>
3.1.- Estudios con técnicas neurofisiológicas	31
3.1.1.- Estudios electrofisiológicos	31
3.1.2.- Estudios de flujo y metabolismo cerebral	35
3.2.- Estudios de la preferencia manual	39
3.2.1.- Distribución poblacional	40
3.2.2.- Evolución ontogenética	42
3.2.3.- Lateralización cerebral del lenguaje y preferencia manual	44
3.2.4.- Hipótesis explicativas de la relación entre preferencia manual y lectura	46
3.3.- Estudios con técnicas de lateralización de estímulos	55
3.3.1.- Estudios de escucha dicótica	56
3.3.2.- Estudios taquistoscópicos	67
3.3.3.- Estudios de tareas concurrentes	70
3.3.4.- Modelos explicativos sobre la relación entre asimetría cerebral y capacidad lectora	76

## II.- TRATAMIENTO EXPERIMENTAL

<b>4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPOTESIS: Relación entre Lateralización Cerebral del Lenguaje y Preferencia Manual con el Rendimiento Lector</b>	87
<b>5.- PRIMERA FASE: Preferencia Manual</b>	99
5.1.- OBJETIVOS	102
5.2.- METODO	103
5.2.1.- Sujetos	103
5.2.2.- Materiales	103
5.2.3.- Procedimiento	104
5.2.4.- Variables controladas	106
5.3.- RESULTADOS	108
5.3.1.- Análisis de la distribución de la preferencia manual	108
5.3.2.- Análisis de la preferencia manual de la muestra complementaria	109
5.4.- DISCUSION	110
<b>6.- SEGUNDA FASE: Lateralización Cerebral del Lenguaje</b>	117
6.1.- OBJETIVOS	126
6.2.- METODO	128
6.2.1.- Sujetos	128
6.2.2.- Instrumentos	128
6.2.3.- Condiciones experimentales	131

	<b>Indice</b>
6.2.4.- Variables controladas	132
6.2.5.- Procedimiento	133
6.3.- RESULTADOS	135
<b>6.3.1.- Análisis de la tarea motora</b>	<b>136</b>
6.3.1.1.- Efecto de la práctica	136
6.3.1.2.- Presencia de interferencia	138
6.3.1.3.- Análisis línea base	140
6.3.1.4.- Análisis de los índices de interferencia	143
6.3.1.5.- Análisis de la asimetría de las interferencias	146
<b>6.3.2.- Análisis de la tarea verbal</b>	<b>148</b>
6.3.2.1.- Efecto de la práctica	148
6.3.2.2.- Análisis de la interferencia	150
6.3.2.3.- Análisis de la asimetría de la interferencia	150
<b>6.3.3.- Índice individualizado de lateralización cerebral del lenguaje</b>	<b>150</b>
6.4.- DISCUSION	153
6.5.- VALIDEZ DEL PROCEDIMIENTO UTILIZADO	160
<b>7.- TERCERA FASE: Relación entre la Lateralización Cerebral del Lenguaje y la Preferencia Manual con el Rendimiento Lector</b>	<b>165</b>
7.1.- HIPOTESIS	167
7.2.- METODO	168
7.2.1.- Sujetos	168
7.2.2.- Instrumentos	171
7.2.3.- Diseño	173

	<b>Indice</b>
7.2.4.- Variables controladas	174
7.2.5.- Procedimiento	175
<b>7.3.- RESULTADOS</b>	<b>176</b>
<b>7.3.1.- Análisis del efecto de los factores Lateralización del Lenguaje y Preferencia Manual</b>	<b>177</b>
7.3.1.1.- Velocidad Lectora	177
7.3.1.2.- Exactitud Lectora	179
7.3.1.3.- Comprensión Lectora	181
7.3.1.4.- Eficiencia Lectora	182
7.3.1.5.- Escritura	185
<b>7.3.2.- Análisis del efecto de confluencia/no-confluencia</b>	<b>186</b>
7.3.2.1.- Velocidad Lectora	188
7.3.2.2.- Exactitud Lectora	190
7.3.2.3.- Comprensión Lectora	191
7.3.2.4.- Eficiencia Lectora	192
7.3.2.5.- Escritura	194
<b>7.4.- DISCUSION</b>	<b>195</b>
<b>8.- CONCLUSIONES</b>	<b>207</b>
<b>9.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>211</b>

## **I.- MARCO TEORICO**



# **1.- INTRODUCCION**

## **Neuropsicología de la lectura**





Probablemente, no exista un proceso psicológico tan estudiado como la lectura y sus alteraciones. Esta profusión de estudios e investigaciones en la lectura se debe, tanto al interés del tema en sí mismo, como a las repercusiones que tienen sus alteraciones en la sociedad actual. En la sociedad de hace 100 años, cuando no existía un sólo país en el mundo en el que la mayoría de la población supiese leer, estas alteraciones pasarían completamente desapercibidas (Geschwind, 1985).

Desde diversas perspectivas de la Psicología se ha generado tal acúmulo de datos acerca del procesamiento lector que, de haber existido un mayor grado de coordinación entre las distintas investigaciones realizadas, hoy tendríamos poco que investigar sobre este proceso. Así, por ejemplo, la lectura ha sido abordada desde la perspectiva de la Psicología Cognitiva, de la Psicología Escolar, de la Neuropsicología, etc. Como es de esperar cuando un tema es centro de interés en tan diversos campos, su estudio se realiza a través de acercamientos que intentan dar respuesta a cuestiones muy diferentes, utilizando metodologías y muestras muy diversas, y empleando distintos constructos explicativos de sus resultados. De esta forma, aunque cada uno de estos acercamientos realiza una potencial contribución, no existe en la actualidad una teoría global que ofrezca un visión integradora del proceso lector, de las dificultades de su aprendizaje y de su tratamiento (Torgesen, 1986; Satz, 1990).

El presente trabajo es un acercamiento al tema desde la perspectiva de la Neuropsicología. No pretende, en modo alguno, acercarse a una formulación de esa teoría global integradora antes mencionada. Ahora bien, dentro de la disciplina neuropsicológica, sí pretende realizar una contribución integradora,

estableciendo una relación concreta entre factores que la mayoría de los estudios han vinculado de forma aislada con el proceso de la lectura.

Se entiende por Neuropsicología el estudio de las bases neurales de los procesos psicológicos complejos, esto es, el estudio de la relación entre la corteza, y las conexiones cortico-subcorticales, con las funciones psicológicas superiores. Consecuentemente, la Neuropsicología de la lectura es el estudio del substrato neural de tal proceso.

El objetivo general de todo trabajo neuropsicológico ha de ser, por tanto, poner en relación la lectura con una determinada organización funcional cerebral, estructuras y circuitos. En estos momentos, es particularmente importante el tener esto presente, dada la profusión de trabajos autodenominados neuropsicológicos que están bastante lejos de perseguir dicho objetivo. Este hecho está creando en nuestra opinión cierta confusión, particularmente en personas no expertas o familiarizadas en el tema. Por ello, consideramos necesario exponer los objetivos y tipos de investigaciones que se derivan de tal objetivo general.

El acercamiento de mayor tradición en Neuropsicología utiliza como sujetos experimentales a personas con lesión cerebral localizada que muestren, en el campo que nos ocupa, problemas de lectura. Este tipo de trabajos nos aportan el conocimiento más directo sobre las áreas y los circuitos cerebrales implicados en el procesamiento de la lectura. La principal limitación de este tipo de estudios es la propia disponibilidad de la muestra, esto es, contar con sujetos experimentales adecuados. Lógicamente, la producción de la lesión queda ajena

al control del investigador, con las dificultades que ello conlleva (focalidad y variabilidad de la focalidad del daño, ausencia de déficits acompañantes, número de sujetos con los mismos tipos de déficits e igualados en variables de control, etc.).

Como alternativa y/o complemento, encontramos dentro de la Neuropsicología un segundo tipo de investigaciones en las que la relación cerebro-lectura se estudia en sujetos sin lesión cerebral conocida. En este caso, es necesario buscar procedimientos que nos proporcionen un conocimiento de la organización cerebral de estos sujetos que nos permita establecer esas relaciones cerebro-lectura.

Estos estudios con sujetos sin lesión cerebral conocida, tanto de desarrollo como adquirida, los podemos dividir en dos grandes grupos. Por un lado, los que enfatizan el estudio de la anatomía cerebral de los sujetos con alteraciones en lectura. Por otro, aquéllos más interesados en establecer las bases neurofuncionales del proceso lector, bien mediante su estudio directo, bien a través del estudio de las diferencias neurofuncionales entre lectores normales y lectores con problemas. En cualquier caso, el objetivo último es la obtención de datos que lleven a la comprensión de cuál es la organización cerebral subyacente a la lectura. Para ello, se trata de dar cuenta de las diferencias en el rendimiento lector a partir de diferencias estructurales y/o funcionales en la organización cerebral.

El primer grupo incluye los estudios neuroanatómicos de lectores normales en comparación con los que presentan algún tipo de dificultad lectora. Su

objetivo principal ha sido la detección de anomalías morfológicas de diversa índole. La primera aproximación en esta línea consistió en el análisis *post-mortem* de cerebros de sujetos con una historia de alteración, normalmente grave, de la lectura. Este acercamiento es, por sus propias características, minoritario. Más recientemente, la aparición y desarrollo de las técnicas de neuroimagen, ha posibilitado una segunda aproximación para el estudio estructural *in-vivo* del cerebro de grandes muestras de diferentes grupos de sujetos.

El segundo grupo, y constituyendo el grupo mayoritario, estaría formado por los estudios neurofuncionales. La gran variedad de investigaciones susceptibles de ser incluidas en este grupo se puede clasificar fundamentalmente en tres tipos. En primer lugar, los estudios con técnicas neurofisiológicas, caracterizados por relacionar actividad cortical, mediante índices de actividad eléctrica, metabólica y/o de flujo sanguíneo, con actividad lectora, tanto normal como alterada. En segundo lugar, los estudios de la preferencia manual y su relación con el rendimiento lector. Aquí se situaría toda una línea de trabajos que relacionan la preferencia manual, en tanto indicadora de la lateralización cerebral de funciones, con la manifestación de problemas de lectura. En tercer lugar, los estudios con técnicas de lateralización de estímulos o activación hemisférica, tanto selectiva como competitiva. Este tipo de investigaciones se ha orientado, predominantemente, hacia el estudio de la lateralización cerebral del lenguaje en general. Ahora bien, en relación con la lectura, los estudios característicos de este tercer grupo tratan de relacionar la lateralización funcional del lenguaje con el rendimiento lector, mediante la comparación de la misma entre lectores normales y aquéllos que presentan alguna dificultad.

Todas estas investigaciones tienen como objetivo general el conocimiento del substrato cerebral de la lectura. Este propósito se ha concretado en objetivos específicos diversos, entre los que destaca el estudio de la relación entre la organización asimétrica cerebral y la lectura, tema que aúna estudios realizados con la mayoría de los procedimientos señalados.

La metodología mayoritariamente seguida en este tipo de investigaciones supone contrastar grupos de buenos lectores con grupos de lectores deficientes y/o grupos de niños disléxicos. No obstante, por ser el caso más extremo de la dificultad lectora, la mayor parte de las investigaciones centran sus esfuerzos en clarificar el estado anatómico-funcional cerebral que muestran los niños disléxicos.

Nuestra investigación se sitúa, por una parte, en el grupo de estudios interesados en relacionar el proceso lector con la organización asimétrica cerebral y, por otra, entre los estudios neuropsicológicos de la lectura realizados con sujetos neurológicamente normales y no disléxicos. Concretamente, nos ha interesado estudiar la relación conjunta de dos indicadores de la organización cerebral, la preferencia manual y la lateralización cerebral para el lenguaje, con el rendimiento lector.

Finalmente, en esta década ha comenzado a sistematizarse el estudio tanto del genotipo responsable de la dificultad lectora, como de las bases bioquímicas que subyacen al trastorno en el aprendizaje de la lectura. Es prematuro aún realizar una valoración de las aportaciones de estos trabajos a la Neuropsicología de la lectura.

El esquema de exposición desarrollado en el marco teórico del presente trabajo intenta recoger las aportaciones más relevantes de las grandes líneas de investigación comentadas anteriormente, centrándonos en aquellas en las que se enmarca nuestro trabajo. En primer lugar, describimos brevemente las aportaciones de los acercamientos neuronatómicos, tanto *post-mortem* como con técnicas de neuroimagen. En segundo lugar, y dentro de los acercamientos neurofuncionales, recogemos la perspectiva que presentan los realizados con técnicas neurofisiológicas, para centrar nuestra atención en las aportaciones de los estudios de preferencia manual y los de lateralización de estímulos o activación hemisférica selectiva o competitiva.

Iniciamos el tratamiento experimental fundamentando la hipótesis central de nuestro trabajo. Expresada brevemente, pretendemos demostrar que la confluencia en un mismo hemisferio de los mecanismos responsable del procesamiento del lenguaje y de los mecanismos responsables del control motor de la mano preferida, da lugar a un mejor rendimiento lector que la lateralización de cada mecanismo a un hemisferio diferente.

La exposición del trabajo experimental se ha dividido en tres apartados correspondientes a las tres fases en que se ha realizado el mismo. En primer lugar analizamos los resultados derivados del estudio de la preferencia manual en una amplia muestra de sujetos. En la segunda fase, se estudia la asimetría cerebral para el lenguaje de la muestra anterior, a través de la técnica de Tareas Concurrentes. Por último, recogemos los resultados encontrados al contrastar el rendimiento lector de los sujetos asignados a los grupos experimentales según su preferencia manual y su asimetría cerebral para el lenguaje.

El trabajo finaliza con la discusión e interpretación de los resultados obtenidos tanto en función del grado de concordancia con la hipótesis formulada, como en relación a los resultados encontrados por otros autores que han utilizado procedimientos similares al nuestro.

## **2.- ACERCAMIENTOS NEUROANATOMICOS**



Los primeros acercamientos realizados desde esta óptica de trabajo, implicaron el estudio *post-mortem* de cerebros de sujetos disléxicos. Más adelante, la aparición y el avance de nuevas técnicas ha posibilitado el estudio estructural *in-vivo* del cerebro. Este hecho ha contribuido de forma importante a nuestro conocimiento de las bases neurales de la lectura y, fundamentalmente, al conocimiento de las posibles alteraciones anatómicas que caracterizan al trastorno lector.

En este apartado revisaremos, en primer lugar, los resultados más importantes aportados por los estudios *post-mortem* y, en segundo lugar, los hallazgos producidos con las técnicas de neuroimagen. Como se observará, la totalidad de los estudios *post-mortem* se han realizado con sujetos con historia documentada de dislexia. Por su parte, en los estudios de neuroimagen, la metodología típica supone el contraste de lectores normales con sujetos que tienen dificultades del aprendizaje y/o con sujetos disléxicos.

## **2.1.- ESTUDIOS POSTMORTEM**

El primer autor que realizó el estudio *post-mortem* del cerebro de un sujeto disléxico fue Drake en 1968 (Hynd, Marshall y Semrud-Clikeman, 1991). Los resultados encontrados revelaron una alteración bilateral del lóbulo parietal, un cuerpo calloso muy reducido y neuronas ectópicas muertas localizadas en la sustancia blanca. Todas estas anomalías son de carácter evolutivo más que consecuencia de un daño cerebral agudo. Es decir, son el resultado de una migración neuronal anómala durante la gestación.

A pesar de la importancia de la contribución realizada por Drake, no fue hasta 11 años más tarde cuando nuevamente se retoma el estudio de cerebros de sujetos disléxicos en un intento de encontrar anomalías morfológicas que puedan explicar esta patología. Galaburda y Kemper (1979) realizan el examen postmortem del cerebro de un sujeto disléxico varón. Los resultados encontrados reflejaron la presencia de simetría del planum temporal y displasias focales en el hemisferio izquierdo en regiones involucradas en el lenguaje.

A partir de este primer trabajo, el grupo de Galaburda ha seguido investigando tanto malformaciones como la asimetría-simetría morfológica presente en los cerebros de sujetos disléxicos. Hasta ahora, han analizado un total de diez cerebros, siete de varones y tres de mujeres. Los resultados encontrados pueden ser resumidos como sigue:

#### **A) Simetría del Planum Temporal**

A partir del trabajo de Geschwind y Levitsky (1968) se ha puesto de manifiesto que, en la población neurológicamente normal, el planum temporal se distribuye asimétricamente. Concretamente, en el 65% de los sujetos el planum temporal izquierdo es mayor que el derecho; entre un 10% y 20% muestran el patrón inverso (con sólo un 5% marcadamente asimétricos derechos), y entre un 15% a un 25% exhiben simetría en esta estructura. Dada la relación de esta estructura con la lateralización o dominancia hemisférica del lenguaje, su análisis es importante en las alteraciones del lenguaje, como es el caso de la dislexia

(Galaburda et al., 1987; Kaufman y Galaburda, 1989a; 1989b).

Los diez cerebros analizados por el grupo de Galaburda presentaron simetría del planum temporal. Como se ha dicho, ésta es una característica mostrada sólo por un baja proporción de la población normal, por ello, encontrar diez casos con dicho patrón es muy significativo. La simetría encontrada refleja un aumento general del córtex no lingüístico, más que una disminución del córtex lingüístico izquierdo. Podemos decir, por tanto, que los disléxicos presentarían como hecho constante un mayor planum temporal derecho, ya que existe simetría en términos de dos planos grandes o de "tipo izquierdo" (Galaburda y Kemper, 1979; Galaburda et al., 1985; Galaburda et al., 1987; Kaufman y Galaburda, 1989a; 1989b; Sherman, Rosen y Galaburda, 1989; Steinmetz y Galaburda, 1991).

De acuerdo con las evidencias obtenidas en estudios con animales, la simetría del planum temporal encontrada podría estar, además, acompañada por un patrón de conectividad interhemisférica distinto al que generalmente se encuentra en los cerebros asimétricos. Rosen, Sherman y Galaburda (1987) tras el estudio de cerebros de ratas simétricos y asimétricos comprueban que el patrón de conexiones callosas difiere en ambos tipos de cerebros. En primer lugar, la densidad de las conexiones callosas es mayor en ciertas áreas de los cerebros simétricos. Es decir, el incremento en el número de neuronas del lado menor viene acompañado por una elevada proporción de conexiones callosas. En segundo lugar, las proyecciones nerviosas encontradas en los cerebros simétricos se organizan topográficamente de forma más difusa que en los cerebros asimétricos.

Este resultado lleva a los autores a concluir que en el hemisferio menor del cerebro del sujeto disléxico, las áreas equivalentes a las del lenguaje contienen neuronas adicionales, que contribuirían a un patrón de conectividad interhemisférica cuantitativa y cualitativamente diferente al encontrado en los cerebros asimétricos.

## **B) Microdisgénesis Cerebrocortical**

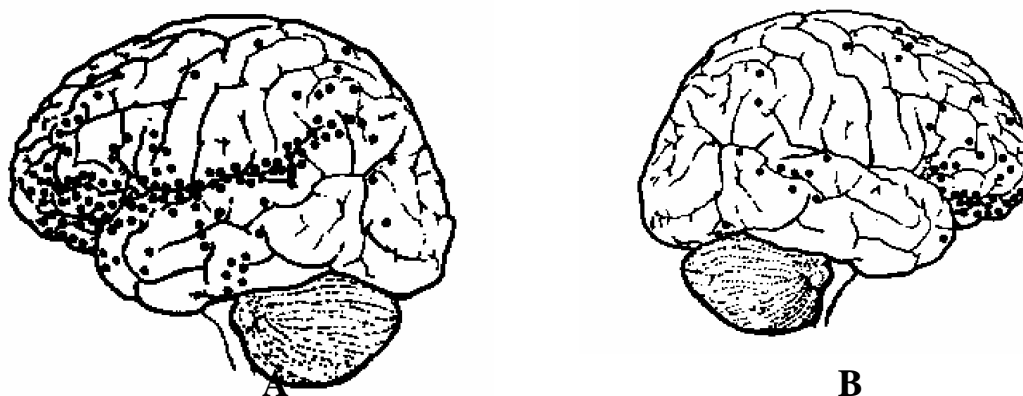
Un segundo hallazgo importante sugerido por el trabajo de Drake, es la presencia de anomalías del desarrollo cortical o microdisgénesis. Estas son anomalías microscópicas focales de carácter formativo que afectan esencialmente a la corteza cerebral. Este tipo de alteraciones ha sido generalmente atribuido a agentes que actúan aproximadamente en la mitad del período gestacional, durante la corticogénesis temprana (McBride y Kemper, 1982). Dichas alteraciones han sido encontradas también por el grupo de Galaburda. Concretamente, encuentran acumulaciones focales de neuronas y células gliales en la capa molecular del córtex cerebral (ectopias). Estas acumulaciones suelen estar acompañadas de alteraciones subyacentes en la arquitectura cortical tanto columnar como laminar (displasias).

Estas microdisgénesis se encuentran en gran número (a veces más de 100 por individuo) en el caso de los disléxicos varones. La localización de estas alteraciones suele ser bilateral, con preferencia por las regiones perisilvianas del hemisferio izquierdo, comprendiendo las áreas clásicas del lenguaje. (Galaburda y Kemper, 1979; Galaburda et al., 1985; Galaburda et al., 1987). Este resultado contrasta con lo encontrado en cerebros de sujetos no disléxicos, donde se

observa un número menor de microdisgénesis afectando fundamentalmente a regiones del lóbulo frontal inferior del hemisferio derecho (Kaufman y Galaburda, 1989).

Los resultados encontrados en el análisis de cerebros de mujeres disléxicas muestran que, aunque existe microdigénesis, predominan otro tipo de lesiones. En concreto, pequeñas cicatrices caracterizadas por disminución de células y distorsión local, con una distribución bilateral, afectando principalmente a las regiones frontales inferiores (Kaufman y Galaburda, 1989; Sherman, Rosen y Galaburda, 1989).

En la figura 2.1, se recoge la distribución topográfica de las microdisgénesis encontradas por el grupo de Galaburda en el análisis *post-mortem* de cerebros de sujetos disléxicos.



**Figura 2.1.- Distribución topográfica de las microdisgénesis en los cerebros de disléxicos (Galaburda et al., 1985; 1987).**

**NOTA: A= Hemisferio Izquierdo; B= Hemisferio Derecho.**

En relación con la presencia de estas microdisgénesis en los cerebros de sujetos no disléxicos, Kaufman y Galaburda (1989) llevaron a cabo el estudio

histopatológico de diez cerebros de sujetos neurológicamente normales. Sus resultados evidenciaron que sólo tres de los cerebros analizados mostraron anormalidades similares a las encontradas en los cerebros de disléxicos. Además, estaban presentes en menor número y en diferente localización. Los autores concluyen que este tipo de anomalías es poco frecuente en los cerebros normales, dando una mayor significación a los resultados encontrados en los disléxicos.

Además de las anomalías mencionadas, en algunos de los pacientes analizados por Galaburda et al. (1985) se observaron alteraciones citoarquitectónicas talámicas bilaterales de los núcleos geniculado medial y lateral posterior. El núcleo geniculado medial está incluido en el sistema auditivo central, recibiendo axones principalmente del colículo inferior ipsilateral y proyectando sus axones al córtex auditivo homolateral primario, en el giro temporal superior (Kelly, 1985a). Por su parte, el núcleo lateral posterior del tálamo proyecta sus axones sobre el córtex de asociación parieto-temporo-occipital. A partir de esta evidencia, se ha asignado un posible papel a este núcleo en la integración intersensorial de la información (Kelly, 1985b). Además, parece ser que este núcleo es asimétrico en su distribución cerebral siendo mayor en el hemisferio izquierdo (Eidelberg y Galaburda, 1982).

En resumen, a partir de los estudios autópsicos de cerebros de sujetos disléxicos podemos concluir que la simetría del planum temporal, la presencia de múltiples microdigénesis corticales y las alteraciones talámicas bilaterales caracterizarían el cerebro de sujetos con dificultades graves en la lectura. Estas anomalías del desarrollo podrían ser atribuidas a factores congénitos o a alteraciones del sistema inmune (Kaufman y Galaburda, 1989a).

A pesar de las interesantes aportaciones a nuestro conocimiento de la morfología cerebral de sujetos disléxicos realizadas desde los estudios *post-mortem*, sus conclusiones no permiten establecer relaciones causales entre las desviaciones en la asimetría cerebral o las anomalías encontradas y la dislexia. Además, este tipo de trabajos presentan algunas deficiencias metodológicas relacionadas tanto con el propio diagnóstico de la dislexia (Hynd y Semrud-Clikeman, 1989a; 1989b), como con el número de sujetos estudiados (normales y disléxicos).

Por tanto, podemos concluir que los resultados de los estudios *post-mortem*, si bien plantean la provocativa e importante hipótesis de que determinadas modificaciones estructurales se relacionen con el riesgo de manifestar alteraciones neuropsicológicas en la lectura, requieren aún confirmación en estudios más amplios y rigurosamente controlados.

## **2.2.- ESTUDIOS DE NEUROIMAGEN.**

Hasta la introducción en las dos décadas pasadas de las técnicas de imagen *in-vivo*, el estudio morfológico cerebral se veía limitado al análisis *post-mortem*. Aunque de valor incuestionable, los avances fruto de estos análisis son, como acabamos de comentar, limitados. Las nuevas técnicas de neuroimagen, fundamentalmente la Tomografía Axial Computarizada (TAC) y la Resonancia Magnética (RM), permiten trabajar con grandes muestras de sujetos, con o sin problemas de lectura, visualizando y analizando el tejido cerebral, el tamaño ventricular, las posibles anomalías vasculares y la asimetría/simetría neuroanatómica (Hynd, Marshall y Semrud-Clikeman, 1991; Steinmetz y

Galaburda, 1991).

En este apartado, revisaremos los resultados obtenidos mediante las técnicas de neuroimagen en lo que se refiere a los patrones de asimetría/simetría anatómica que muestran los sujetos con dificultades lectoras, en comparación con los lectores normales. En general, la hipótesis que ha guiado este tipo de trabajos ha sido contrastar la simetría cerebral de sujetos disléxicos en áreas del lenguaje y detectar posibles alteraciones morfológicas, en la línea de los estudios autopsicos.

Con respecto a la detección de alteraciones morfológicas, la gran mayoría de los estudios realizados ponen de manifiesto que los sujetos con problemas de lectura no evidencian, tanto en TAC como en RM, signos de lesiones cerebrales de origen evolutivo o adquiridas.

En relación con las asimetrías/simetrías cerebrales, las áreas que han sido más profusamente estudiadas son las parieto-occipitales y las frontales. Estudios más recientes incluyen el planum temporal y el cuerpo calloso (Larsen et al., 1990; Larsen, Höien y Ödegaard, 1992; Hynd et al., 1993).

En la tabla 2.1 se recoge, de forma resumida, los estudios más relevantes con indicación de las muestras utilizadas, la técnica de neuroimagen empleada y los resultados referidos a la asimetría/simetría anatómica encontrados en las distintas investigaciones.



Tabla 2.1.- Estudios de neuroimagen en sujetos disléxicos

AUTOR/ES	MUESTRA	TECNICA	RESULTADOS
HIER ET AL (1978)	24 DISLEXICOS	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	<b>AREAS PARIETOOCIPITALES</b> 33% = HI > HD; 42% = HI < HD; 25% = HI = HD
LEISMAN Y ASHKENAZI (1980)	8 DISLEXICOS  2 CONTROLES	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	<b>AREAS PARIETOOCIPITALES</b> DISLEXICOS 0% = HI > HD; 25% = HI < HD 75% = HI = HD CONTROLES 100% = HI > HD
ROSENBERGER Y HIER (1980)	53 SUJETOS CON PROBLEMAS DE APRENDIZAJE	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	<b>AREAS PARIETOOCIPITALES</b> 10% = HI > HD 42% = HI < HD 48% = HI = HD
LEMAY (1981)	27 DISLEXICOS  317 CONTROLES 150 diestros 167 zurdos	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	<b>AREAS PARIETOOCIPITALES</b> DISLEXICOS 33.3% = HI > HD 33.3% = HI < HD 33.3% = HI = HD CONTROLES DIESTROS 70% = HI > HD 20% = HI < HD 10% = HI = HD CONTROLES ZURDOS 40% = HI > HD 29% = HI < HD 31% = HI = HD
HASLAM ET AL (1981)	26 DISLEXICOS 8 disfonéticos 8 diseidéticos 10 noespecificos  8 CONTROLES	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	<b>OCCIPITALES FRONTALES</b> DISLEXICOS 46% =HI > HD 8% =HI > HD 12% =HI < HD 69%=HI < HD 42% =HI = HD 23%=HI = HD CONTROLES 87% =HI > HD 12%=HI > HD 0% =HI < HD 75%=HI < HD 12% =HI = HD 12%=HI = HD
RUMSEY ET AL (1986)	10 DISLEXICOS diestros	RESONANCIA MAGNETICA	<b>LOBULOS TEMPORALES</b> 90% = HI = HD
JERNIGAN, HESSLINK Y TALLAL (1987)	10 DISLEXICOS  5 CONTROLES	RESONANCIA MAGNETICA	<b>AREAS PARIETOOCIPITALES</b> DISLEXICOS 20% = HI > HD 60% = HI < HD 20% = HI = HD CONTROLES 100% = HI > HD

Tabla 2.1.- Estudios de neuroimagen en sujetos disléxicos (Cont..)

AUTOR/ES	MUESTRA	TECNICA	RESULTADOS
PARKINS ET AL (1987)	44 DISLEXICOS 35 diestros 9 zurdos  254 CONTROLES 151 diestros 103 zurdos	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	<b>OCCIPITALES FRONTALES</b> DISLEXICOS DIESTROS 63% =HI > HD 29% =HI > HD 14% =HI < HD 37% =HI < HD 23% =HI = HD 34% =HI = HD DISLEXICOS ZURDOS 22% =HI > HD 33% =HI > HD 33% =HI < HD 22% =HI < HD 45% =HI = HD 45% =HI = HD CONTROLES DIESTROS 61% =HI > HD 18% =HI > HD 13% =HI < HD 48% =HI < HD 26% =HI = HD 34% =HI = HD CONTROLES ZURDOS 46% =HI > HD 24% =HI > HD 16% =HI < HD 42% =HI < HD 38% =HI = HD 34% =HI = HD
LARSEN ET AL (1990)	19 DISLEXICOS  17 CONTROLES	RESONANCIA MAGNETICA	<b>PLANUM TEMPORAL</b> DISLEXICOS 30% = HI > HD 70% = HI = HD CONTROLES 71% = HI > HD 29% = HI = HD
LARSEN, HÖIEN Y ÖDEGAARD (1992)	19 DISLEXICOS  17 CONTROLES	RESONANCIA MAGNETICA	NO ENCUENTRAN DIFERENCIAS DE GRUPO EN EL TAMAÑO DEL CUERPO CALLOSO O DEL ESPLENIO
HYND ET AL (1993)	16 DISLEXICOS  16 NORMALES	RESONANCIA MAGNETICA	LOS DISLEXICOS MOSTRARON UNA PORCION DEL CUERPO CALLOSO (LA RODILLA) MAS PEQUEÑA QUE EL GRUPO CONTROL

En resumen, tanto a partir de los estudios de TAC como de RM, en el grupo de disléxicos se observa una disminución del porcentaje de sujetos con asimetría a favor del hemisferio izquierdo en las áreas posteriores. Esta disminución de la asimetría se traduce fundamentalmente en un incremento de la incidencia de simetrías posteriores y, en menor medida, en una inversión del sentido de la misma.

Por otra parte, los estudios que han analizado las asimetrías frontales con

TAC, no encuentran diferencias significativas entre ambos grupos, aunque el número de estas investigaciones ha sido escaso (Haslam et al., 1981; Parkins et al., 1987).

Ahora bien, los resultados concretos ofrecidos por estos estudios muestran una gran dispersión. Así, los sujetos disléxicos con simetría cerebral pueden suponer desde un 20% a un 90% de la muestra estudiada. De forma similar, los porcentajes de sujetos con la asimetría inversa cubren un rango del 12% al 60%. Gran parte de la dispersión de resultados puede deberse a las deficiencias metodológicas en las que incurren la mayoría de los trabajos. Comentaremos brevemente algunas de las deficiencias más relevantes.

En primer lugar, por lo que respecta al grupo de disléxicos, su diagnóstico se realiza a través de diferentes instrumentos para valorar el retraso lector y la inteligencia. En ocasiones, no se informa cuáles son estos instrumentos, ni constan sus resultados específicos. Factores como edad, sexo y lateralidad manual, fuertemente vinculados tanto a los problemas lectores como a la asimetría cerebral, rara vez son incluidos como factores de estudio y suelen estar pobremente controlados. Así, por ejemplo, mientras que en el trabajo de Rosenberger y Hier (1980) se utilizan sujetos disléxicos de 6 años de edad, en el estudio de Parkins et al. (1987), la media de edad de los disléxicos era de 57 años. En relación con la lateralidad manual, solo en el estudio de Rumsey et al. (1986) se menciona cómo ha sido medida esta variable.

Un segundo grupo de deficiencias metodológicas se refieren al grupo control. Este suele ser reducido o incluso inexistente. En muchos casos, para su formación ni se consideran los factores antes señalados, ni se informa del nivel de inteligencia, el rendimiento académico, estado neurológico-neuropsicológico, etc.

Por último, encontramos varios problemas metodológicos relacionados con los procedimientos de neuroimagen. Así, junto con la utilización de aparatos de diferentes generaciones, pocas veces se informa de los cortes a partir de los cuales se valoran las asimetrías. Junto a esto, existe cierta variabilidad en el procedimiento de valoración de la asimetría/simetría, desde los juicios cualitativos hasta la utilización de índices cuantitativos diversos.

A pesar de las críticas que acabamos de recoger, desarrollando las investigaciones con los controles metodológicos adecuados, es innegable la aportación que los estudios de neuroimagen pueden tener de cara a la comprensión de la morfología cerebral que muestran los sujetos con dificultades en la lectura. En esta línea, como un ejemplo de investigación con mejores controles metodológicos, aunque no exenta de críticas, podemos citar el trabajo de Parkins et al. (1987). Es de destacar en este estudio la utilización de un numeroso grupo control, la consideración de la preferencia manual de los sujetos medidos, la especificación del tipo de cortes analizados y la interpretación de los resultados de la asimetría cerebral en función de la preferencia manual de los sujetos. Este tipo de controles ha posibilitado a los autores establecer que la inversión en el patrón de asimetría anatómica parietooccipital sólo es observada en los sujetos zurdos. Lo que demuestra, a nuestro juicio, la importancia que adquiere la preferencia manual en este tipo de estudios. Sin embargo, la ausencia de control

del factor sexo, la falta de información sobre la medición de la preferencia manual o sobre la presencia de alteraciones neuropsicológicas en el grupo control y la elevada media de edad de los sujetos empleados (57 años), dificulta la consideración de este trabajo en toda su extensión.

Llegados a este punto, parece importante dar respuesta a las implicaciones funcionales que tienen los resultados de estos estudios neuroanatómicos. En la población normal, está ampliamente documentado que la asimetría del planum temporal, e incluso el mayor tamaño del córtex posterior izquierdo podría ser una de las bases neuroanatómicas para la dominancia del hemisferio izquierdo en las funciones lingüísticas. Además, estas asimetrías estructurales parecen estar presentes en cerebros fetales y de recién nacidos, pudiendo ser un indicador del futuro desarrollo del lenguaje en el hemisferio izquierdo. En la población disléxica que muestra simetría o inversión del patrón de asimetría anatómica, es probable que el lenguaje se desarrolle en el hemisferio izquierdo, aunque el substrato neuroanatómico no se corresponda con el de los normales. Por lo tanto, es posible que esta falta de correspondencia entre asimetría estructural de los hemisferios cerebrales y especialización hemisférica para el lenguaje pueda contribuir a la alteración en la lectura (Hier et al, 1978).

Sin embargo, debemos enfatizar que la simetría o inversión de la asimetría neuroanatómica por sí sola no produce dislexia. Un patrón simétrico se encuentra en un 15%-25% de la población normal (Geschwind y Levitsky, 1968), y la inversión de la asimetría cerebral en un 10%-20% (Hier et al., 1978; Kaufman y Galaburda, 1989a), mientras que la dislexia ocurre aproximadamente en el 3% de la población. Por lo tanto, sólo en ciertos individuos, la simetría o inversión

del patrón de asimetría cerebral interactúa con otros factores para producir dislexia. La simetría o inversión del patrón de asimetría cerebral puede ser considerada un importante factor de riesgo para la dislexia de la misma forma que ser varón se ha propuesto que supone un factor de riesgo para sufrir esta patología (Hier et al., 1978).

### **3.- ACERCAMIENTOS NEUROFUNCIONALES**

En los apartados anteriores hemos revisado las principales evidencias sobre posibles alteraciones neuroanatómicas relacionadas con los trastornos en lectura. En este capítulo, recogeremos los acercamientos realizados desde un punto de vista neurofuncional. En primer lugar, comentaremos las perspectivas ofrecidas desde los estudios neurofisiológicos, para centrarnos, posteriormente en los estudios sobre preferencia lateral y en las investigaciones sobre la lateralización de funciones mediante las técnicas de escucha dicótica, taquistoscópicas y de tareas concurrentes.

### **3.1.- ESTUDIOS CON TECNICAS NEUROFISIOLOGICAS**

En la actualidad disponemos de diversas técnicas neurofisiológicas que nos permiten obtener datos sobre el funcionamiento cerebral. Concretamente, se han ido desarrollando procedimientos, de mayor o menor grado de sofisticación, que nos permiten registrar la actividad eléctrica, el metabolismo o el flujo sanguíneo cerebral. Estas técnicas posibilitan obtener datos sobre la actividad cerebral subyacente al proceso de lectura, especialmente mediante la comparación del funcionamiento cerebral que caracteriza a los sujetos con trastornos en la lectura, frente al de los sujetos normales.

#### **3.1.1.- Estudios electrofisiológicos**

La utilización sistemática de los estudios electrofisiológicos en los acercamientos neuropsicológicos a la lectura se sitúa en los inicios de la década pasada, representada, fundamentalmente, por los trabajos de Duffy y colaboradores. Según estos autores, los datos electrofisiológicos pueden ser de utilidad para la caracterización y la localización de componentes del sistema



cerebral diferentes entre sujetos disléxicos y normales. Igualmente, afirman que podrían contribuir al establecimiento de un criterio menos dependiente culturalmente para el diagnóstico objetivo de la dislexia (Duffy y MacAnulty, 1985; Duffy y MacAnulty, 1990).

Los primeros estudios realizados utilizaban la inspección visual de los registros electroencefalográficos (EEG) (Hughes, 1982). Posteriormente, la metodología del EEG ha sido refinada mediante el uso de técnicas analíticas asistidas por ordenador. Estas técnicas permiten el análisis pormenorizado del complejo de señales del EEG y su representación espacial en mapas de actividad eléctrica cortical (MAEC). Paralelamente a los registros continuos del EEG, tanto en reposo como durante la realización de algún tipo de actividad cognitiva, se han desarrollado los estudios de Potenciales Evocados (PE). Éstos pueden considerarse como una medida de la actividad fásica cortical, extraída a partir del registro EEG, y asociada temporalmente a la presentación repetida de un mismo estímulo. Exactamente igual a los registros de la actividad eléctrica espontánea, la información de los PE se puede representar espacialmente mediante la técnica de cartografía cerebral (MAEC).

En general, los resultados encontrados con estas técnicas evidencian una mayor actividad Alfa (ondas entre 8 y 13 Hz) en sujetos disléxicos. Además, este tipo de actividad suele ser mayor en el hemisferio izquierdo cuando la tarea que realiza el sujeto es de naturaleza verbal (Sklar, Hanley y Simmos, 1973; Fuller, 1977; Duffy et al., 1980a; 1980b; Duffy y MacAnulty, 1985; Lubar et al., 1985; Morris, Obrzut y Coulthard-Morris, 1989). Por contra, cuando la tarea que es de naturaleza no-verbal, el aumento de la actividad Alfa ocurre en el hemisferio

derecho (Duffy y MacAnulty, 1985). Este tipo de actividad eléctrica es generalmente interpretada como indicativo de que una determinada región cerebral no está activamente implicada en un procesamiento determinado. Por tanto, si una región de un hemisferio está más implicada en una tarea que la correspondiente región del otro hemisferio, podríamos esperar que mostrase menor actividad Alfa (Gevins et al., 1979).

También se ha observado una elevada presencia de actividad Delta (ondas entre 0,5 y 4 Hz) y Theta (ondas entre 4 y 8 Hz), localizada fundamentalmente en regiones parieto-temporo-occipitales izquierdas, durante la realización de tareas verbales (Rebert, Wexler y Sproul, 1978; Duffy et al., 1980a; 1980b). Ambos tipos de ondas, son reflejo de actividad cerebral lenta. Por lo tanto, su detección mientras el sujeto realiza alguna actividad, es generalmente interpretada como manifestación de disfuncionamiento cerebral (Duffy y MacAnulty, 1985).

Además de las diferencias encontradas entre disléxicos y normales en las regiones cerebrales posteriores izquierdas, ambos grupos se diferencian también en regiones frontales. En efecto, los procedimientos de cartografía han demarcado diferencias significativas en regiones como el área motriz suplementaria y el área de Broca (Duffy y MacAnulty, 1985). Estas diferencias, van en la misma línea que las observadas en las regiones posteriores, es decir, falta de atenuación de la actividad Alfa y aumento de las ondas Delta y Theta. El aumento de la actividad Alfa anterior en los disléxicos puede significar la existencia de una relativa sub-activación del sistema frontal, en comparación con la de los lectores normales, durante las condiciones experimentales que requieren respuestas activas por parte del sujeto.

Ahora bien, estas diferencias encontradas entre lectores normales y disléxicos, o lectores retrasados, no siempre han sido constatadas. Por ejemplo, Fein et al. (1983) no encuentran diferencias entre normales y disléxicos en situaciones de reposo, tanto con los ojos cerrados como con los ojos abiertos, en los EEG registrados bilateralmente de las regiones centrales, parietales y temporales. Welsh et al. (1982) no encuentran evidencias de diferencias en los componentes de latencia corta de los PE entre disléxicos y normales. De forma similar, Tait, Roush y Johns (1983) tras comparar a 20 niños con dificultades lectoras y 10 niños controles, no encuentran ningún tipo de diferencia en los PE entre ambos grupos. Galin et al. (1988) obtienen que la actividad eléctrica de los disléxicos fue la misma que la de los normales, en el sentido de que el tipo de tarea (verbal/no-verbal) determinaba la asimetría encontrada en ambos grupos. Por último, Haynes, Haynes y Strickland-Helms (1989), tras realizar registros EEG en lectores retrasados y lectores normales, no encuentran diferencias en la actividad Alfa entre ambos grupos.

En términos generales, cuando se encuentran diferencias entre normales y disléxicos, éstas apoyan la existencia de anomalías en la lateralización cerebral en los niños con problemas de lectura. Sin embargo, son numerosas las investigaciones en las que no se detectan tales diferencias. Para Duffy y MacAnulty (1985) este hecho puede reflejar una falta de conocimiento sobre las reglas para relacionar el sistema nervioso central con su expresión en los registros electrofisiológicos.

En cualquier caso, la contribución de este tipo de investigaciones a la comprensión de los mecanismos cerebrales subyacentes a las dificultades lectoras

requiere, en primer lugar, avanzar en la resolución de las limitaciones propias de estas técnicas (adquisición de datos, significado de las variables derivadas, ausencia de registro de actividad subcortical, etc.). En segundo lugar, avanzar en la definición y precisión del propio problema de estudio. Esto es, mejorar el diagnóstico de la dislexia y el control de los aspectos metodológicos, en la línea de lo señalado para los estudios neuroanatómicos. Así, por ejemplo, introduciendo la diferenciación de subgrupos de disléxicos, Fried et al. (1981) han encontrado que el grupo auditivo-lingüístico mostraba un descenso en las formas de las ondas de los PE durante la presentación de palabras en el hemisferio izquierdo, lo que no ocurría en el grupo viso-espacial. Por lo tanto, la diversidad de resultados encontrados en la literatura electroencefalográfica de los desórdenes de lectura puede deberse, al menos parcialmente, a que las alteraciones de la lectura no pueden ser consideradas como una entidad homogénea.

### **3.1.2.- Estudios de flujo y metabolismo cerebral**

La actividad eléctrica no es el único indicador fisiológico de la actividad funcional cerebral. La actividad metabólica neuronal es proporcional a la activación neuronal (Kandell y Schwartz, 1985). A su vez, dado que el flujo sanguíneo regional varía según las necesidades funcionales y metabólicas del tejido cerebral, los patrones de este flujo cerebral también se consideran indicadores de la actividad cortical (Raichle et al., 1976; Risberg, 1986). Por tanto, técnicas que nos permitan cuantificar el metabolismo y/o el flujo sanguíneo regional cerebral, podrían suministrarnos importantes evidencias sobre diferencias en actividad funcional entre sujetos con alteraciones en la lectura y lectores normales.

La Tomografía por Emisión de Positrones (PET) podría considerarse la técnica idónea para estudiar el funcionamiento cerebral local (Lou, 1992). Mediante esta técnica se obtienen imágenes de la distribución en el tejido cerebral de un radioisótopo administrado previamente. La PET puede ser usada para determinar el flujo sanguíneo cerebral regional mediante la administración de un marcador (v.g., la inhalación de  $^{77}\text{Kr}$ ). De forma similar, el metabolismo cerebral regional puede ser cuantificado mediante PET utilizando sustratos metabólicos, o análogos, marcados con isótopos radiactivos (v.g. la 2-desoxiglucosa marcada con  $^{18}\text{F}$ ) (Kandell y Schwartz, 1985; Volkow, Brodie y Bendriem, 1991).

La utilización de la PET para identificar diferencias funcionales entre sujetos con diferentes rendimientos lectores es escasa. Los datos obtenidos por el grupo de Gross-Glenn, Duara y col. señalan que los disléxicos muestra un menor nivel de activación en el córtex peri-insular y un mayor nivel de activación en el cortex lingual y en zonas temporales. Con respecto a la distribución asimétrica de la activación, la asimetría mostrada por los sujetos normales en el córtex frontal fue menos pronunciada en el grupo de disléxicos. Estos datos han sido obtenidos en relación con tareas de lectura en voz alta de palabras familiares. Tal como señalan los propios autores, es prematuro aún extraer conclusiones e interpretaciones sobre el significado de estas diferencias (Duara, et al., 1989; Gross-Glen, et al., 1990).

El uso de la PET no se ha generalizado dadas sus dificultades técnicas y el costo económico que conlleva la obtención de elementos emisores de positrones. Una alternativa más viable, aunque de menor resolución, sería la Tomografía de

Emisión de Fotón Unico (SPECT). Esta técnica puede realizarse con los instrumentos y radionúclidos habitualmente empleados en Medicina Nuclear, con la ventaja de requerir dosis de radiación menores (Holman, et al., 1991; Lou, 1992). Sin embargo, este procedimiento no nos consta que haya sido aplicado al campo que nos ocupa, aunque sí ha sido utilizado para el estudio de trastornos atencionales e hiperactividad, disfasias, etc. (Lou, 1992).

Las técnicas de análisis del Flujo Sanguíneo Cerebral (FSCr), han tenido un uso más extendido. La sensibilidad de los datos obtenidos mediante estas técnicas a las manipulaciones cognitivas está bien documentada, aunque los resultados no siempre han sido claros (Risberg, 1986).

Las técnicas más usadas para medir FSCr requieren la administración intracarótida o la inhalación de un indicador radiactivo, como, por ejemplo, el  $^{133}\text{Xe}$ , y la monitorización de la radiactividad intracraneal por medio de detectores extracraneales. Dada su naturaleza no invasiva, la técnica de inhalación es el procedimiento de elección (Kandell y Schwartz, 1985; Risberg, 1986). Los datos obtenidos son procesados mediante ordenador y los resultados pueden ser plasmados en imágenes o mapas en los que se muestra el nivel de flujo en las diferentes regiones cerebrales.

Los resultados obtenidos con estas técnicas son considerablemente dispersos. Rumsey et al. (1987), aplicando la técnica de inhalación de  $^{133}\text{Xe}$  a un grupo de 14 disléxicos y 14 controles, observan una mayor asimetría en el grupo de disléxicos al realizar una tarea de clasificación semántica. Sugieren la posibilidad de que este grupo presente una inadecuada integración interhemisférica y resaltan la falta de evidencias a favor de una subactivación de

las regiones corticales posteriores izquierdas. Hynd et al. (1987) estudian los patrones de actividad, en relación con la lectura silenciosa, en dos sujetos con diferentes tipos de dislexia. Encuentran una menor activación en comparación con los normales y, además, diferencias en función del tipo de dislexia: una disminución bilateral, en el caso de dislexia profunda, frente a una disminución en el hemisferio derecho en el caso de dislexia superficial.

Como puede observarse a partir del resumen expuesto, son pocas las conclusiones que se pueden extraer, por ahora, de los estudios de metabolismo y flujo cerebral regional. Este acercamiento es potencialmente valioso para establecer diferencias en el funcionamiento cerebral que expliquen, al menos parcialmente, las alteraciones subyacentes a los trastornos en la lectura. Sin embargo, es necesario un mayor desarrollo de estos estudios para que esta potencialidad se plasme en aportaciones concretas. Algunos estudios, como los de PET, difícilmente podrán generalizarse. Otros, por el contrario, requieren un instrumental relativamente asequible, por lo que es de esperar que continúen desarrollándose. En cualquier caso, no sólo es necesario avanzar en la mejora de las limitaciones de las propias técnicas (resolución espacial y temporal, sensibilidad del instrumental, adecuada y estandarizada adquisición de datos, etc.), sino también en una adecuada selección y control de las características de las tareas cognitivas y de las propias muestras de sujetos empleadas.

### 3.2.- ESTUDIOS DE LA PREFERENCIA MANUAL

La necesidad de cuantificar la preferencia manual en la población infantil está fundamentada, básicamente, en el hecho de que los neuropsicólogos consideran que este fenómeno es la primera manifestación de la especialización funcional de los hemisferios cerebrales (Provins, 1992). En el contexto que nos ocupa, la medición de la preferencia manual cobra importancia porque, como han puesto de manifiesto múltiples autores, ésta tiene una estrecha relación con el procesamiento lateralizado de la mayor parte de las actividades cognitivas.

El uso preferente de una mano es una característica importante de la especie humana. La mayoría de los humanos tenemos una preferencia manual derecha, de tal modo que en tareas unimanuales preferimos y empleamos con más eficacia la mano derecha (Annett, 1973; Hicks y Kinsbourne, 1978; Warren, 1980; Bryden, 1982; Lansky, Feinstein y Peterson, 1988).

Tradicionalmente, se han utilizado cuatro métodos para medir la preferencia manual: a) autoinformes, esto es, preguntarle al sujeto que declare su preferencia manual (Geschwind y Behan, 1982; Schachter, Ransil y Geschwind, 1987); b) cuestionarios, en los que se le pregunta al sujeto que exprese su preferencia manual para la realización de determinadas tareas unimanuales (Annett, 1967; Olfield, 1971; Briggs y Nebes, 1975); c) medidas de ejecución en tareas unimanuales (Harris, 1947; Annett y Kilsaw, 1984); y, en menor medida, d) una combinación de cuestionario y ejecución. Con esta diversidad de metodologías, se han realizado numerosas investigaciones que podemos agrupar en cuatro tipos, atendiendo a su finalidad. En primer lugar, los estudios



interesados por determinar la distribución poblacional de la preferencia manual, tanto en la población normal como en poblaciones patológicas. En segundo lugar, los trabajos sobre la evolución ontogenética de esta variable. El tercer tipo de estudios se orientan a establecer la relación entre la lateralización cerebral del lenguaje y la preferencia manual. Por último, y relacionado específicamente con las dificultades de la lectura, estarían los trabajos que plantean hipótesis explicativas que vinculan la preferencia manual y los trastornos de lectura. A continuación describiremos las aportaciones más relevantes de cada uno de estos cuatro acercamientos.

### **3.2.1.- Distribución poblacional**

Se han publicado diferentes distribuciones de la preferencia manual. Aunque existe la creencia generalizada de considerar que aproximadamente el 90% de la población normal es diestra, las investigaciones empíricas al respecto informan de porcentajes que varían entre el 62.8% y el 93.4% de diestros. Lógicamente, las proporciones obtenidas de zurdos y ambidiestros presentan igualmente variaciones, aunque éstas son proporcionalmente más importantes. Así, por ejemplo, en la recopilación publicada por Salmaso y Longoni (1985) se observa que de 22 estudios analizados, algunos trabajos encuentran un 0.4% de sujetos zurdos, mientras que otros informan de un 11.8%. Por su parte, Hécaen y Ajuriaguerra en 1964 (citado en Bryden, 1982) encuentran, en la revisión de 48 investigaciones, valores que van desde el 1% hasta el 30% con una media del 7% de sujetos zurdos.

En la tabla 3.1, se recoge a modo de ejemplo, las distribuciones de la preferencia manual encontradas por algunos autores. Los porcentajes reflejados se han obtenido directamente de los trabajos o bien se han adaptado, a partir de los resultados publicados, a la distribución de diestros, zurdos y preferencia manual mixta.

**Tabla 3.1. Distribución de la Preferencia Manual**

AUTOR/ES	N	INSTRUMENTO	D	Z	M
OLDFIELD (1971)	1.109	Cuestionario	92.6%	7.4%	(*)
NEWCORBE y RATCLIFF (1973)	823	Cuestionario	79.95%	3.15%	16.88%
THOMPSON y MARSH (1976)	1.299	Cuestionario	62.8%	4.4%	32.6%
ANNETT y KILSHAW (1984)	1.480	Ejecución de 12 tareas Unimanuales	62.8%	3.2%	34%
SALMASO y LONGONI (1985)	1.694	E.H.I. (Oldfield, 1971)	93.4%	6.6%	(*)
SCHACHTER, RANSIL y GESCHWIND (1987)	1.117	Autoinforme	85.76%	10.11%	4.11%
LANSKY, FEINSTEIN y PETERSON (1988)	2.083	Cuestionario	70%	2.4%	27.6%
DELLATOLAS ET AL. (1991)	5.199	Cuestionario	73.74%	3.75%	22.50%
CONNOLLY y BISHOP (1992)	125	Ejecución para la escritura	88%	5.6%	6.4%
DARGENT-PARÉ ET AL. (1992)	5.199	Cuestionario	92.4%	7.6%	(*)

**NOTA: D=diestros; Z= zurdos; A= mixtos**

**(\*) No se contempla la categoría de mixtos**

En resumen, está ampliamente constatada la existencia de un sesgo poblacional hacia el lado derecho en la distribución de la preferencia manual. Igualmente, se puede apreciar cierta variabilidad en los porcentajes obtenidos para cada uno de los grupos en los distintos estudios. Esta variabilidad de los porcentajes refleja la incidencia de cuestiones tanto teóricas como metodológicas. Desde el punto de vista teórico, cabría destacar el componente multidimensional y el carácter continuo de la preferencia manual. Algunos autores señalan que la preferencia manual no es un fenómeno unidimensional, en el sentido de que las personas no manifiestan la misma preferencia para la totalidad de tareas unimanuales que se les presentan (Watson y Kimura, 1989). Al mismo tiempo, en la actualidad la mayor parte de los autores consideran que la preferencia manual es una variable continua, en la que los sujetos se distribuyen desde los diestros extremos hasta los zurdos extremos (Bryden, 1982; Bradshaw y Nettleton, 1983; Corballis, 1983; Fennell, 1986). Por lo tanto, estas consideraciones teóricas conllevan aspectos metodológicos que, junto a las diferentes formas utilizadas para medir la preferencia manual, podrían dar cuenta de la variabilidad de porcentajes encontrada.

### **3.2.2.- Evolución ontogenética.**

La segunda cuestión tradicionalmente planteada desde el estudio de la preferencia manual, ha estado referida a su evolución ontogenética. Dentro de este planteamiento, se ha intentado responder tanto al momento del desarrollo en el que se manifiesta una preferencia manual, como al posible cambio de esta preferencia a lo largo de la vida.

En una reciente investigación Hepper, Shahidullah y White (1991) obtienen evidencias de la existencia de preferencia manual antes del nacimiento. Los autores estudian la conducta de chuparse el dedo pulgar en 274 fetos humanos, divididos en grupos de edad gestacional. En los tres grupos estudiados (15-21 semanas de gestación; 28-34 semanas de gestación y 36 semanas de gestación), la proporción de sujetos que mostró preferencia derecha fue significativamente mayor que la proporción de sujetos que mostró preferencia por el pulgar izquierdo.

No obstante, la gran mayoría de los trabajos publicados han estado interesados en estudiar la preferencia manual a partir de las primeras semanas después del nacimiento. En este sentido, parece ser que la edad en la cual la preferencia manual está claramente establecida se sitúa en torno a los 8-9 años de edad (Fennell, 1986). A pesar de esto, manifestaciones muy tempranas de la preferencia lateral suelen ser buenas predictoras de la futura preferencia manual. Por ejemplo, Fennell, Satz y Morris, (1983) observan que la preferencia manual mostrada por una población de niños de 5 años de edad, medida a través del **Test de Dominancia Lateral de Harris**, fue altamente predictora de la preferencia observada en estos niños cuando llegaron a la edad de 11 años, excepto para el grupo clasificado inicialmente como mixtos.

Una vez establecida la preferencia manual, distintas investigaciones han encontrado que la proporción de zurdos desciende a medida que aumenta la edad de los sujetos (Beukelaar y Kroonenberg, 1986; Gilbert y Wysocki, 1992). Sin embargo, Dellatolas et al. (1991), si bien encuentran un aumento en la intensidad de la preferencia manual diestra con la edad, no constatan una disminución de la frecuencia de zurdos a medida que la edad se incrementa.

En conclusión, por tanto, ciertas manifestaciones de la preferencia manual están presentes antes del nacimiento y, una vez establecida ésta, son posibles ligeras modificaciones. Factores ambientales, como la presión social hacia el uso de la mano derecha, han sido argumentos generalmente esgrimidos para explicar el descenso en la proporción de sujetos que muestran preferencia manual izquierda. Sin embargo, estudios transculturales más recientes, como el comentado de Dellatolas et al. (1991) no encuentran apoyo a esta interpretación ambiental del cambio en la preferencia manual izquierda.

### **3.2.3.- Lateralización cerebral del lenguaje y preferencia manual.**

A partir de la constatación empírica del control cortical contralateral para el movimiento de las manos, la preferencia manual se ha relacionado con la lateralización cerebral del lenguaje. En efecto, existe un amplio cuerpo de datos, tanto clínicos como experimentales, que ponen de manifiesto una elevada correlación entre la preferencia manual y el hemisferio responsable del procesamiento de material verbal (Branch, Milner, y Rasmussen, 1964; Hécaen y Sauguet, 1971; Beaumont, 1974; Lishman y McMeekan, 1977; Sealerman, 1977; Kinsbourne, 1978; Herron, 1980; McGlone, 1980; Springer y Deutsch, 1981; Todor, Kyprie y Price, 1982). Los datos generalmente encontrados refieren que el 90% de los sujetos diestros muestran el hemisferio cerebral izquierdo como responsable del procesamiento lingüístico, con el 10% restante distribuido entre sujetos bilateralizados o con el lenguaje en el hemisferio derecho. Los sujetos zurdos muestran el mismo patrón que la mayoría de los diestros en un 60%, dividiéndose el 40% restante entre sujetos bilateralizados o con el lenguaje en el hemisferio derecho. Estos resultados, han llevado a la

obligatoriedad de cuantificar la preferencia manual de los sujetos en todos los estudios de diferencias funcionales hemisféricas.

El hallazgo de una organización cerebral funcional distinta, dependiendo de la preferencia manual de los sujetos, ha conducido a la realización de numerosas investigaciones destinadas a estudiar las funciones cognitivas en diestros, zurdos y mixtos. La idea subyacente ha sido comprobar las deficiencias que muestran los sujetos que se alejan de lo que se considera una "normal" lateralización cerebral de funciones.

Se ha relacionado a los zurdos con deficiente rendimiento intelectual en términos de CI (Bryden, 1982); independencia de campo (Newland, 1984); inestabilidad emocional; alcoholismo y retraso en el aprendizaje de la lectura (ver Hardyck y Petrinovich, 1977 para una revisión).

Concretamente, en el caso de la lectura, autores como Geschwind y Behan (1982; 1984), Annett y Kilshaw (1984) y Schachter, Ransil y Geschwind (1987), obtienen evidencias experimentales que apoyan la existencia de una elevada prevalencia de zurdos entre la población disléxica.

Sin embargo, esta relación entre preferencia manual y deficiente rendimiento en la lectura no siempre ha sido constatada. Así, por ejemplo, Hardyck y Petrinovich (1977), tras revisar 14 estudios que relacionan la preferencia manual con el rendimiento lector, observaron que 13 investigaciones no encuentran diferencias lectoras entre diestros y zurdos, por contra, en uno de los estudios citados los zurdos fueron significativamente mejores. Estudios realizados recientemente, tampoco encuentran una mayor prevalencia de sujetos

zurdos entre la población disléxica (v.g. Bishop, 1990; Hugdahl, Synnevag y Satz, 1990; Gilger, et al., 1992).

Como causas que explican la disparidad de resultados obtenidos en las investigaciones que intentan relacionar la preferencia manual y los problemas de lectura pueden encontrarse el tamaño reducido de las poblaciones disléxicas utilizadas, la diferencia de criterios a la hora de considerar a un sujeto como disléxico y también los distintos métodos de evaluación de la preferencia manual (Bradshaw y Nettleton, 1983).

En conclusión, no parece acertado considerar que el rendimiento lector de un sujeto esté determinado, al menos de forma exclusiva, por su preferencia en el uso de las manos. No obstante, la presencia de resultados contradictorios al respecto debe llevar, en nuestra opinión, a la consideración de la preferencia manual como uno de los factores a tener en cuenta en los acercamientos experimentales a la neuropsicología de la lectura y su discapacidad.

### **3.2.4. Hipótesis explicativas de la relación entre preferencia manual y lectura.**

#### **A) Preferencia Manual, Trastornos del Sistema Inmunológico y**

##### **Dislexia: Hipótesis de la Testosterona.**

Geschwind y Behan (1982; 1984) han elaborado una hipótesis explicativa que postula un agente patológico común causante de la dislexia, de la preferencia manual izquierda y, en alguna medida, de las enfermedades de tipo inmunológico. Tras una extensa revisión, los autores señalan tres grupos de

evidencias que fundamentan la relación entre esos tres factores:

- 1) Una elevada presencia de sujetos zurdos entre las personas con enfermedades de tipo inmunológico y entre los sujetos con alteraciones en la lectura. Además, la constatación de una elevada proporción de sujetos disléxicos que sufren de enfermedades de tipo inmune.
- 2) El desarrollo ontogenético asimétrico de los hemisferios cerebrales, con un desarrollo posterior del hemisferio izquierdo.
- 3) El enlentecimiento producido por la testosterona sobre el desarrollo del hemisferio cerebral izquierdo.

La asociación sugerida por estos autores plantea que la disfunción del sistema inmune, la preferencia manual izquierda y la dislexia, están causadas por la exposición a una actividad anormalmente elevada de testosterona en la vida fetal y/o a una elevada sensibilidad a la testosterona durante este periodo. Obviamente, los efectos que produzca la testosterona serán mayores en los varones que en las mujeres, dado que los testículos fetales adquieren entre la séptima y octava semana de gestación la capacidad de secretar testosterona.

Los autores postulan que durante la vida intrauterina, la testosterona retrasa selectivamente la migración neuronal y su ensamblaje en el hemisferio izquierdo, especialmente en el Giro Temporal Superior. Este efecto tendría dos consecuencias. En primer lugar, ciertas áreas del hemisferio izquierdo se verán retrasadas en su desarrollo, resultando una dominancia del hemisferio derecho. Además, en el hemisferio izquierdo, ahora no dominante, se podrían generar



malformaciones de carácter evolutivo. Un resultado experimental que apoyaría la presencia de malformaciones en el hemisferio izquierdo es el encontrado por Galaburda y Kemper (1979). Estos autores, tras el estudio postmortem del cerebro de un sujeto disléxico, informan de la presencia de malformaciones en las áreas verbales del lóbulo temporal. Por la razón ya comentada, estas consecuencias serán mayores en los varones, explicando así la mayor incidencia de éstos en la población con dificultades del aprendizaje.

En segundo lugar, como resultado de este cambio en la dominancia cerebral, la preferencia manual, biológicamente programada en la mayoría de la población en el hemisferio izquierdo, pasa a ser controlada por el hemisferio derecho. Esto explicaría la mayor proporción de sujetos zurdos entre los varones que entre las mujeres.

Durante la vida fetal, el sistema inmune está también desarrollándose. Hay estudios que apoyan la hipótesis de que el timo fetal controla el desarrollo de los linfocitos, responsables del reconocimiento de los anticuerpos y de prevenir la autoinmunidad. La testosterona tiene un importante efecto inhibitor en el timo tanto en la vida intrauterina como después del nacimiento. Por lo tanto, junto al efecto de la testosterona sobre el desarrollo del hemisferio izquierdo, se produciría un efecto sobre la maduración del sistema inmune al inhibir el desarrollo tímico.

En conclusión, la hipótesis de estos autores propone que la testosterona enlentece el desarrollo neuronal en el hemisferio izquierdo favoreciendo la dominancia del derecho, y, simultáneamente, afecta al desarrollo del sistema inmune dando lugar a la aparición posterior de trastornos en este sistema.

El trabajo realizado por Geschwind y Behan ha tenido un gran impacto en el campo de estudio de la neuropsicología de la lectura, generando un importante número de investigaciones encaminadas a constatar empíricamente la hipótesis propuesta. Los resultados generalmente encontrados son contradictorios.

Hugdahl et al. (1989) contrastan el rendimiento de 13 disléxicos zurdos y 13 disléxicos diestros mediante dos técnicas de asimetría cerebral para el procesamiento de material verbal y de material espacial. Los resultados obtenidos apoyan parcialmente la hipótesis de Geschwind y Behan en el sentido de que el grupo de disléxicos zurdos fue mejor en el procesamiento de las tareas visoespaciales cuando fueron lateralizadas al hemisferio derecho, sin embargo, ambos grupos no se diferenciaron en el procesamiento lingüístico del hemisferio izquierdo. Schachter, Ransil y Geschwind (1987), tras el examen de la preferencia manual y la incidencia de dificultades del aprendizaje en 1117 sujetos, encuentran una relación significativa entre estas dos variables, al observar una mayor incidencia de zurdos entre la población con dificultades de aprendizaje. Las dos investigaciones referidas suponen un apoyo parcial a la hipótesis propuesta, sin embargo, en ninguno de los dos estudios citados se realiza la constatación de la triple interacción propuesta por Geschwind y Behan.

En las investigaciones que han estudiado este triple fenómeno, los resultados encontrados no son tan afortunados. Por ejemplo, Gilger et al. (1992), tras el examen de 1731 sujetos con problemas de lectura, no encuentran relación entre problemas de lectura y preferencia manual izquierda, ni entre problemas de lectura y enfermedades del sistema inmune. Por su parte, Hugdahl, Synnevag y Satz (1990) estudiaron a 105 niños disléxicos contrastados con 105 niños lectores

normales, encontrando mayor presencia de enfermedades del sistema inmune en los niños con problemas de lectura. Sin embargo, no encontraron diferencias entre los grupos en cuanto a la frecuencia de zurdos existente en ambas muestras.

Resultados diferentes a los inicialmente propuestos por Geschwind y Behan (1982) han sido encontrados en los trabajos de Bishop (1990); Chavance et al. (1990) y Ross, Lipper y Auld (1992). Bishop (1990) estudia la relación entre la preferencia manual, la habilidad manual y los desórdenes del lenguaje en una muestra de 83 niños con dificultades en el lenguaje y 30 niños de control, en un estudio longitudinal desde los 4 hasta los 8 años de edad. No encuentra evidencias de que la preferencia manual o la habilidad manual difiera en ambas muestras. Ross, Lipper y Auld (1992) estudian la preferencia manual de niños de 7 y 8 años, 88 de ellos prematuros y 80 nacidos a término. Además, estudian la frecuencia de las dificultades del aprendizaje que presentaban ambas muestras. Aunque no obtuvieron diferencias entre ambos grupos respecto a la preferencia manual, el 12% más de niños prematuros que de niños nacidos a término eran zurdos o ambidiestros. Además, encontraron que entre los niños prematuros hay una asociación entre preferencia manual izquierda y déficits cognitivos y conductuales, y que los niños zurdos muestran mayor torpeza relativa con su mano no preferida. Interpretan sus resultados en el sentido de que la prematuridad está asociada a algún tipo de daño cerebral que produce la aparición de preferencia manual izquierda. Por último, Chavance et al. (1990) realizan un trabajo donde estudian la relación entre preferencia manual y desórdenes del sistema inmune. Si bien estos autores no estudian la prevalencia de dificultades lectoras, sus resultados indican poca relación entre preferencia manual y desórdenes del sistema inmune, apareciendo éstos independientemente

de la preferencia manual de los sujetos.

En resumen, el supuesto básico que utilizan Geschwind y Behan para elaborar su hipótesis explicativa de la alta prevalencia de sujetos zurdos entre la muestra de disléxicos y de la elevada presencia de enfermedades de tipo inmunológico en estos sujetos no encuentra, por ahora, un apoyo experimental generalizado.

Como conclusión de este apartado, nos parece interesante considerar lo que Sherman, Rosen y Galaburda (1989) plantean sobre el efecto de la testosterona en las dificultades del aprendizaje. Para estos autores, no existen evidencias de que los esteroides sexuales produzcan disgénesis cortical. Además, es difícil aunar el hecho de que las enfermedades de tipo inmune sean más frecuentes en las mujeres con la mayor proporción de varones entre las personas con dislexia. Por lo tanto, la relación de la testosterona con la preferencia manual izquierda, los problemas de la lectura y las alteraciones inmunológicas, podría ser algo más compleja que la inicialmente formulada por Geschwind y Behan.

### **B) Teoría del "Right Shift" y dislexia**

Tras una larga serie de investigaciones, Annett ha formulado la teoría del *Right Shift* (RS) sobre la influencia genética en la lateralización cerebral del lenguaje y en la preferencia manual (Annett, 1972; 1975). En los últimos años, esta teoría ha sido ligeramente reformulada y se le han incorporado algunos aspectos en relación con la dislexia (Annett y Kilshaw, 1984).

La teoría sugiere que el sesgo existente en la población humana hacia la preferencia manual derecha es un subproducto de la tendencia hacia la

lateralización hemisférica izquierda del lenguaje. Esta tendencia se debe a un único gen RS+. La principal función de este gen es inducir la representación del lenguaje en el hemisferio izquierdo e, incidentalmente, provocar una tendencia hacia la derecha en la diferencias en habilidad entre ambas manos o partes del cuerpo. La naturaleza de los mecanismos por los cuales el gen induce la lateralización izquierda del lenguaje es, según la autora, desconocida, aunque propone que estaría relacionada con la maduración relativa de los hemisferios cerebrales.

Hay que señalar que, según esta teoría, la presencia del gen no determina la preferencia lateral diestra, sino que tan sólo induce un sesgo hacia la derecha en la distribución de la diferencias en habilidad entre las dos partes del cuerpo. La preferencia lateral depende, además, de la presión social hacia la conformidad con la mayoría diestra, de forma que aquellos que están equilibrados entre la habilidad de ambos lados, adoptan la mano derecha para actividades que requieren una considerable habilidad como, por ejemplo, la escritura.

En parte de la población, un 18% aproximadamente, el gen está ausente en ambos cromosomas. Este genotipo (rs--) no conlleva intrínsecamente ninguna anormalidad, simplemente se trata de individuos que carecen del estímulo hacia la lateralización izquierda del lenguaje, esto es, no están sistemáticamente sesgados hacia una u otra lateralización cerebral o preferencia manual. Para éstos, la lateralización del lenguaje y el desarrollo de una mayor habilidad de una de las manos dependerán del azar y serán, además, dos sucesos independientes.

Según las estimaciones realizadas por Annett, el genotipo más frecuente sería el heterocigótico (rs+-), es decir, la presencia del gen en un sólo cromosoma. Esto implicaría que éste es, probablemente, el genotipo más

favorable y que los genotipos  $rs--$  (ausencia del gen en ambos cromosomas) y  $rs++$  (presencia del gen en ambos cromosomas) tienen cada uno desventajas.

En relación con la lectura, esta autora encuentra que entre los disléxicos hay un mayor número de sujetos con preferencia manual izquierda o mixta, en comparación con los controles. Además, las diferencias de ejecución izquierda-derecha (I-D) son mayores en los disléxicos diestros que en los controles, debido a una mayor lentitud de la mano izquierda, lo que indicaría que los diestros disléxicos presentan una mayor tendencia a mostrar el sesgo de preferencia manual derecha que sus controles, esto es, son diestros en mayor grado. Y, por último, al representar la curva de distribución normal resultante de la diferencia en habilidad manual (I-D), se observa que, al comparar la proporción de disléxicos y controles en cada intervalo, en los extremos de la curva la proporción de disléxicos es mayor que la de controles, mientras que esta relación se invierte en los intervalos centrales.

Estos resultados llevan a la autora a interpretar que entre los disléxicos hay una mayor representación de los genotipos  $rs--$  y  $rs++$  que en la población normal. En otras palabras, los problemas de aprendizaje de la lectura estarían relacionados, tanto con la sobreexpresión ( $rs++$ ) como con la ausencia ( $rs--$ ) del gen  $RS+$ . Posiblemente, porque en el primer caso ( $rs++$ ) se produciría un riesgo de sobredependencia del hemisferio izquierdo para todas las funciones cognitivas, con el posible detrimento del nivel de eficiencia intelectual en general, mientras que el segundo caso ( $rs--$ ) conllevaría riesgos de alteraciones en el desarrollo del lenguaje. Por tanto, los riesgos para las capacidades verbales pueden ocurrir en ambos extremos de la distribución de lateralidad. La autora sugiere, en definitiva, que los disléxicos pueden presentar dos patrones diferentes

de especialización cerebral derivados de estos genotipos.

Ahora bien, Annet y Kilshaw (1984) señalan que en la población general la preferencia lateral es irrelevante con respecto al proceso lector, aunque en las muestras seleccionadas por retrasos específicos de la adquisición del lenguaje encontremos un exceso de preferencia izquierda o mixta. Los patrones de preferencia manual no están causalmente relacionados con los problemas de lectura. Por tanto, aunque hay factores constitucionales involucrados en el retraso lector, su actuación no iría en el sentido de un agente específico para la dislexia, sino en el de una ausencia o sobreexpresión del factor que organiza el lenguaje en el hemisferio izquierdo. En cualquier caso, sea cual sea la contribución genética a los problemas de lectura, los genotipos no son su causa sino que incrementan el riesgo de aparición de estos problemas, junto con otros factores constitucionales y experienciales.

Las principales críticas que ha recibido este modelo no se refieren a sus implicaciones sobre los trastornos de la lectura, sino al modelo en sí mismo. Los postulados básicos de esta teoría son marcadamente probabilísticos (Beaton, 1985) y realiza estimaciones discutibles (McManus, 1985a). Además, propone una distribución de la asimetría en las habilidades y asume una perfecta relación entre preferencia manual y habilidad que, según otros autores, sólo estaría justificada en ciertas tareas. Dado que esta relación es la base de su teoría, cuestionar la misma puede significar invalidar sus predicciones (McManus, 1985a; 1986b).

### **3.3.- ESTUDIOS CON TECNICAS DE LATERALIZACION DE ESTIMULOS**

Samuel Orton (1937) fue el primer autor en plantear que los problemas experimentados por los sujetos con dificultades lectoras (omisiones, sustituciones, traslaciones, etc.), estaban causados por alteraciones en la asimetría cerebral para el procesamiento de material verbal. Concretamente, este autor proponía que la lectura de una palabra elicita una "imagen cerebral" en ambos hemisferios, siendo la imagen del hemisferio no dominante la representación en espejo de la proyectada en el hemisferio dominante. En un proceso lector normal, la dominancia de un hemisferio implica el procesamiento adecuado de la imagen percibida y, al mismo tiempo, la inhibición de la imagen proyectada en el otro hemisferio. Por tanto, los sujetos con problemas de lectura se caracterizarían por no haber adquirido la dominancia completa del hemisferio responsable del procesamiento del lenguaje.

Si bien es cierto que hoy no se mantiene el hecho de que en el hemisferio no dominante se elicitase una imagen en espejo, ni que la falta de inhibición de la misma esté a la base de los problemas de lectura, la contribución de este autor ha sido muy importante en el tema que nos ocupa. En efecto, los trabajos de Orton supusieron el inicio del interés por establecer en qué medida los sujetos con dificultades lectoras muestran un patrón de asimetría cerebral funcional diferente al exhibido por los sujetos sin dificultades en la lectura.

En los apartados anteriores, se ha puesto claramente de manifiesto que el tema de la asimetría cerebral ha estado a la base de la mayoría de las investigaciones revisadas, tanto neuroanatómicas como neurofisiológicas. En este apartado abordaremos el acercamiento neurofuncional mayoritario en el estudio



de sujetos neurológicamente normales, esto es, el estudio de la asimetría cerebral en relación con la lectura mediante las técnicas de escucha dicótica, taquistoscópicas y de tareas concurrentes.

La metodología general de estos estudios consiste en contrastar la lateralización cerebral de funciones de sujetos con un nivel normal de lectura frente a sujetos con trastornos en la misma. Es necesario señalar que la muestra de sujetos con trastornos lectores ha estado formada en la mayoría de los trabajos por sujetos disléxicos o con dificultades del aprendizaje.

### **3.3.1.- Estudios de escucha dicótica.**

La audición dicótica fue originariamente empleada por Broadbent (1952) para medir procesos de atención. Su utilización como técnica para el estudio de las diferencias funcionales hemisféricas surge a partir de los trabajos de Doreen Kimura (1961a). El procedimiento básico consiste en la presentación simultánea de dos estímulos, uno a cada oído, siendo la tarea del sujeto informar del estímulo que ha escuchado. Tanto a partir de estudios electrofisiológicos, como de las evidencias derivadas de estudios con animales (Tunturi, 1946; Rosenzweig, 1951, citados en Springer, 1986), se observa que la proyección contralateral de cada oído al cerebro es más potente que la proyección ipsilateral. Además, bajo las condiciones de audición dicótica, esto es, presentación simultánea y competitiva de estímulos, la vía ipsilateral queda inhibida.

Siguiendo el modelo de acceso directo propuesto por Kimura, la información presentada al oído derecho bajo estas condiciones se proyectará en el hemisferio cerebral izquierdo, mientras que la información presentada al oído izquierdo se proyectará en el hemisferio cerebral derecho. Por lo tanto, la obtención de diferencias significativas entre los oídos reflejará un procesamiento

asimétrico del material y tarea presentada, y posibilitará la obtención de un índice de la lateralización cerebral.

Los resultados generalmente encontrados con esta metodología en la población normal reflejan una superioridad del oído derecho (hemisferio izquierdo) para el procesamiento de estímulos verbales (v.g. Hynd et al., 1979; Boliek, Obrzut y Shaw, 1988; Obrzut et al., 1988) y una superioridad del oído izquierdo (hemisferio derecho) en el procesamiento de información no-verbal (v.g. Kimura, 1961a; Smith y Griffiths, 1987).

Los estudios sobre posibles diferencias en la lateralización de funciones entre sujetos normales y sujetos con trastornos en la lectura se han caracterizado por centrarse en la lateralización del lenguaje. Así, los estímulos utilizados en la mayoría de las investigaciones son de naturaleza verbal. Generalmente se han empleado sílabas sin significado, siguiendo el paradigma de consonante-vocal (CV) (v.g. Springer y Eisenson, 1977; Rosenblum y Dorman, 1978; Hynd et al., 1979; Obrzut et al., 1981; Boliek, Obrzut y Shaw, 1988; Cohen, Hynd y Hugdall, 1992; Kernshner y Micaloff, 1992) o consonante-vocal-consonante (CVC) (Boliek, Obrzut y Shaw, 1988; Obrzut et al., 1988). En pocos estudios se han utilizado material verbal con significado, como dígitos o palabras monosilábicas (Thompson, 1976; Kernshner y Morton, 1990).

Por lo que se refiere al tipo de población estudiada, en la mayoría de los estudios se contrastan lectores normales con sujetos que presentan dificultades del aprendizaje (v.g. Springer y Eisenson, 1977; Rosenblum y Dorman, 1978; Hynd et al., 1979; Obrzut et al., 1981; Smith y Griffiths, 1987; Boliek, Obrzut y Shaw, 1988; Obrzut et al., 1988; Kernshner y Morton, 1990 exp. 2). Esto dificulta

enormemente la extracción de conclusiones válidas acerca de la población que muestra únicamente dificultades en la lectura. Algunos trabajos comparan el rendimiento de lectores normales con el de sujetos con alteraciones específicas de la lectura. Sin embargo, estos trabajos, según nuestra revisión, se han centrado en el estudio de sujetos diagnosticados como disléxicos (Zurif y Carson, 1970; Thompson, 1976; Smith y Griffiths, 1987).

Con respecto a los resultados de los estudios que contrastan lectores normales con niños con dificultades del aprendizaje, no se han obtenido evidencias de una inversión de la asimetría para el procesamiento del material verbal. Es decir, los dos grupos responden mejor a la estimulación lingüística presentada en el oído derecho (hemisferio izquierdo) (v.g. Hynd et al., 1979). Sin embargo, sí se han detectado diferencias entre ambos grupos en cuanto a la magnitud de la superioridad del hemisferio izquierdo. Esto es, la ventaja auditiva derecha observada en el grupo de sujetos con dificultades del aprendizaje es menor que la obtenida por el grupo control (v.g. Kershner y Morton, 1990).

En segundo lugar, por lo que se refiere a las investigaciones que contrastan a una población de disléxicos con lectores normales, Zurif y Carson (1970) informan que en los disléxicos se observa una tendencia a la superioridad del oído izquierdo para material verbal. Sin embargo, dado que estos resultados se producen en ausencia de una superioridad significativa del oído derecho en el grupo de normales, este resultado consideramos que no debe ser interpretado como una inversión de la lateralización del grupo de disléxicos. Por su parte, Thompson (1976) obtiene evidencias, en la población disléxica, tanto de un procesamiento bilateralizado, como de una superioridad del hemisferio derecho, mientras que los lectores normales mostraron una ventaja auditiva derecha

significativa. Por otra parte, cuando la estimulación utilizada es de naturaleza no-verbal, los resultados encontrados evidencian una lateralización al hemisferio derecho en ambos grupos de sujetos (Smith y Griffiths, 1987).

En la tabla **3.2.** se recoge una breve resumen de las investigaciones que hemos comentado, indicando las muestras y las tareas utilizadas, así como de los resultados más relevantes.

A partir de los resultados expuestos, la asimetría cerebral que muestran los sujetos con dificultades del aprendizaje no parece diferir de la observada en niños normales en cuanto al sentido de la misma, aunque si se constata un menor grado de asimetría. Sin embargo, cuando se utiliza población disléxica como objeto de estudio, tal y como sucede en los trabajos de Thompson (1976), se aprecia tanto una inversión en el patrón de asimetría para el material verbal, como una patrón de procesamiento bilateralizado. Por lo tanto, la disparidad de resultados dificulta la consideración de que un patrón anómalo de lateralización cerebral de funciones sea la causa de la alteración lectora.

**Tabla 3.2. Asimetría cerebral según la técnica de escucha dicótica en sujetos con problemas de lectura**

AUTOR/ES	MUESTRA	ESTIMULOS	RESULTADOS
ZURIF y CARSON (1970)	14 NORMALES 14 DISLEXICOS	PALABRAS	<b>NORMALES</b> = Tendencia a la superioridad del oído derecho <b>DISLEXICOS</b> = Tendencia a la superioridad del oído izquierdo.
THOMPSON (1976)	20 NORMALES 20 DISLEXICOS	PALABRAS	<b>NORMALES</b> = Superioridad del oído derecho en palabras y dígitos. No diferencias en sílabas. <b>DISLEXICOS</b> = Superioridad del oído derecho en sílabas. Superioridad del oído izquierdo en palabras. No diferencias en dígitos.
SPRINGER y EISENSEN (1977)	10 NORMALES 10 CON D.A.	SILABAS (C.V.)	Los dos grupos mostraron superioridad del oído derecho.
HYND ET AL (1979)	48 NORMALES 48 CON D.A.	SILABAS (C.V.)	Los dos grupos mostraron superioridad del oído derecho.
OBRZUT ET AL (1981)	32 NORMALES 32 CON D.A.	SILABAS (C.V.)	Los dos grupos mostraron superioridad del oído derecho.
SMITH Y GRIFFITHS (1987)	12 NORMALES 12 DISLEXICOS	SONIDOS AMBIENTALES	Los dos grupos mostraron superioridad del oído izquierdo.
BOLIEK, OBRZUT Y SHAW (1988)	25 NORMALES 25 CON D.A.	SILABAS (C.V.) Y (C.V.C.)	Los dos grupos mostraron superioridad del oído derecho.
OBRZUT ET AL (1988)	15 CON D.A. 15 ZURDOS 15 BILINGUES 15 DIESTROS	SILABAS (C.V.C.)	<b>D.A., DIESTROS Y BILINGUES</b> = Superioridad del oído derecho. <b>ZURDOS</b> = Superioridad del oído izquierdo.
KERSHNER Y MORTON (1990)	<u>EXP. 2</u> 14 NORMALES 14 CON D.A.	DIGITOS	Los dos grupos mostraron superioridad del oído derecho, si bien la magnitud de la diferencia auditiva fue menor en los niños con dificultades lectoras.

Los trabajos que acabamos de describir han sido criticados fundamentalmente por dos aspectos. En primer lugar, la utilización de sujetos con dificultades del aprendizaje dificulta la extracción de conclusiones acerca de las diferencias funcionales hemisféricas que muestran los sujetos con alteraciones lectoras, dado que, además de alteraciones en la lectura, estos niños evidencian trastornos en la escritura y en el cálculo.

En segundo lugar, la consideración de la población disléxica como una entidad homogénea puede ser un artefacto experimental que distorsione los resultados obtenidos (Rourke, 1990). Con respecto a esta consideración, una serie de investigadores han llevado a cabo, desde distintas metodologías, la división de los disléxicos en subgrupos atendiendo, generalmente, al tipo de errores que realizan en la lectura de un texto.

En la tabla **3.3.** se recogen, a modo de ejemplo, algunas de las clasificaciones propuestas, reseñando las características más importantes de cada subgrupo.

Tabla 3.3. Clasificación de los disléxicos en subtipos

AUTOR/ES	SUBTIPOS	CARACTERISTICAS NEUROPSICOLOGIAS MAS RELEVANTES
KINSBOURNE Y WARRINGTON (1963)	GRUPO DE RETRASO EN EL LENGUAJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 20 puntos de diferencia CIV-CIM a favor de CIM</li> <li>- Retraso en la adquisición del habla</li> <li>- Déficit en la comprensión verbal</li> <li>- Déficit en la expresión verbal</li> </ul>
	GRUPO TIPO SINDROME DE GERSTMANN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 20 puntos de diferencia CIV-CIM a favor de CIV</li> <li>- Agnosia digital</li> <li>- Déficit en orientación derecha-izquierda</li> <li>- Déficit en matemáticas</li> <li>- Déficit en construcción</li> </ul>
JOHNSON Y MYKLEBUST (1967)	DISLEXIA AUDITIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déficit en memoria auditiva</li> <li>- Déficit en secuenciación de estímulos auditivos</li> </ul>
	DISLEXIA VISUAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déficit en percepción visual</li> <li>- Déficit en memoria</li> <li>- Déficit en discriminación visual</li> <li>- Confusión de letras y palabras parecidas</li> </ul>
BANNATYNE (1966a)	DISLEXIA GENETICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déficit en discriminación auditiva fina</li> <li>- Déficit en secuenciación auditiva</li> <li>- Déficit en la codificación grafema- fonema</li> </ul>
	DISLEXIA POR DISFUNCION CEREBRAL MINIMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déficit neurológicos</li> <li>- Déficit en percepción visoespacial</li> <li>- Déficit en percepción auditiva</li> <li>- Déficit en integración táctil</li> <li>- Déficit en conceptualización</li> </ul>
BODER (1973a)	DISLEXIA DISFONETICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déficit en la codificación grafema- fonema</li> <li>- Déficit en las habilidades fonéticas</li> <li>- Leen globalmente respondiendo a las palabras como configuraciones completas o Gestals</li> <li>- No descifran palabras que no estén en su vocabulario visual</li> <li>- Cometen errores no-fonéticos</li> <li>- Cometen errores semánticos</li> </ul>
	DISLEXIA DISEIDETICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incapacidad para percibir palabras completas como Gestals</li> <li>- Leen fonéticamente respondiendo a las palabras como si las observasen por primera vez</li> <li>- Cometen errores fonéticos</li> <li>- Sustituyen palabras por otras de sonido similar</li> </ul>
	DISLEXIA NO ESPECIFICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déficit en el análisis fonético</li> <li>- Déficit en percibir palabras como Gestals visuales</li> <li>- Tienen menor vocabulario visual que los niños disfonéticos</li> <li>- Tienen peor ejecución en el análisis de palabras que los niños diseidéticos</li> </ul>

Tabla 3.3. Clasificación de los disléxicos en subtipos (Conti..)

AUTOR/ES	SUBTIPOS	CARACTERISTICASNEUROPSICOLOGIAS MAS RELEVANTES
MATTIS, FRENCH Y RAPIN (1975)	GRUPO DE TRASTORNO DEL LENGUAJE	- Anomia - Déficits en la comprensión - Déficits en el habla imitativa - Déficits en la discriminación de los sonidos del habla
	GRUPO DE DIS- COORDINACION ARTICULATORIA	- Deficiencias en la articulación del habla sin déficits lingüísticos - Discoordinación grafomotora
	GRUPO DE ALTERACIONES VISOESPACIAL	- Trastornos visoespaciales - CI verbal mayor en 10 puntos que CI manipulativo
BAKKER, VAN LEEUWEN Y SPYER (1987)	DISLEXIA TIPO L	- Velocidad de lectura normal - Errores sustantivos de omisión, adición, traslación, etc.
	DISLEXIA TIPO P	- Leen muy despacio - Cometan errores de fragmentación y repite las palabras antes de leerlas

Siguiendo a Pirozzolo (1981), los distintos subtipos de dificultad lectora postulados por diversos autores pueden ser, desde un punto de vista neuropsicológico, resumidos en dos: audiolingüístico y visoespacial. El primero se corresponde a lo que podría esperarse en un grupo con déficit en el hemisferio izquierdo, mientras que el subtipo visoespacial se correspondería con la presencia de déficit en el hemisferio derecho. Una consideración paralela podría realizarse para los subtipos de disfonéticos y diseidéticos, propuesta por Boder (1973a). La clasificación propuesta por Pirozzolo (1981) está recogida en la tabla 3.4.



**Tabla 3.4. División de los disléxicos en subtipos Pirozzolo (1981).**

SUBGRUPOS	
AUDIOLINGUISTICO	VISOESPACIAL
CI de ejecución promedio o superior al promedio	CI verbal promedio o superior al promedio
CI verbal bajo (en relación al CI de ejecución)	CI de ejecución bajo (en relación al CI verbal)
Retraso en la adquisición del lenguaje	Desorientación derecha-izquierda
Deficiencias en el habla expresiva	Preferencia por la escritura en espejo o invertida
Anomia de objetos y/o colores	Agnosia digital
Agramatismo	Disgrafía espacial
Errores fonológicos en la lectura	Errores visuales de la lectura
Déficit en las codificación grafema-fonema	Inversiones, Omisiones de letras y palabras
Codificación letra por letra	Codificación fonética
Movimientos oculares normales	Movimientos oculares defectuosos durante la lectura
Habilidades espaciales relativamente intactas	Habilidades lingüísticas orales normales

Diversos autores, tomando en consideración esta concepción de la dislexia como una entidad no homogénea, han estudiado las posibles diferencias en la lateralización en función del subtipo de dislexia. Una de las clasificaciones en subtipos más utilizada ha sido la propuesta por Boder (1973a). Así, por ejemplo, Obrzut (1979) administró una tarea de escucha dicótica a un grupo de lectores normales y a un grupo de disléxicos subdivididos según el criterio propuesto por esta autora. Sus resultados muestran que, tanto los lectores normales como los disléxicos recordaron significativamente más dígitos, a partir de ambos oídos, que los grupos disfonéticos o mixtos. En cuanto a la asimetría auditiva, no se obtuvieron diferencias significativas entre los lectores normales y los diferentes grupos de disléxicos. Resultados similares han sido obtenidos por Aylward (1984), utilizando la presentación dicótica de palabras.

Por su parte, Kershner y Morton (1990, exp. 1) realizan la presentación dicótica de dígitos a una muestra de 32 lectores normales y a una muestra de 32 sujetos clasificados como del grupo con retraso auditivo-lingüístico. Sus resultados reflejaron que ambos grupos mostraban una superioridad del hemisferio izquierdo. Sin embargo, este mismo grupo estudia posteriormente las diferencias entre disléxicos disfonéticos, lectores normales, de la misma edad que el grupo anterior, y lectores de menor edad, pero equiparables en nivel lector con los disfonéticos. Los resultados encontrados evidenciaron una bilateralización en el grupo de disléxicos disfonéticos y una superioridad del hemisferio izquierdo en los dos grupos de lectores normales (Kershner y Micallef, 1992).

En una reciente investigación, Cohen, Hynd y Hugdahl (1992) estudian el procesamiento de sílabas sin significado (consonante-vocal) en un grupo de 7 sujetos con lesión temporal izquierda y en un grupo de 40 disléxicos de diferentes subtipos: 26 disfonéticos, 7 diseidéticos y 7 no-específicos. En primer lugar, observan la existencia de diferencias en la lateralización mostrada por los diferentes grupos de disléxicos. Así, los disfonéticos obtuvieron una débil superioridad del oído derecho, mientras que los disléxicos diseidéticos y no-específicos mostraron una fuerte ventaja auditiva derecha. El grupo de lesionados evidenció una importante ventaja auditiva del oído izquierdo. En segundo lugar, de cara a estudiar más detalladamente estos resultados, contrastaron la ejecución para cada oído con la obtenida en un grupo normativo de sujetos sin alteración lectora. Este contraste puso de manifiesto que la débil ventaja del oído derecho, en el grupo de disfonéticos, era el resultado de una supresión derecha significativa, esto es, su ejecución para el oído derecho estaba significativamente disminuida, mientras que su ejecución para el oído izquierdo no difería de la del

grupo normativo. En el caso de los disléxicos mixtos, se producía una supresión derecha junto a una relativamente mayor supresión izquierda. Para el grupo de diseidéticos, la fuerte superioridad del oído derecho obtenida era fruto de una ejecución normal para el oído derecho junto a una importante supresión izquierda. Los autores informan, además, que dentro de este patrón de resultados grupales, especialmente en el caso de los disfonéticos, podía apreciarse la existencia de diferentes subgrupos de sujetos al atender a las puntuaciones individuales. Finalmente, concluyen que sus resultados apoyan la naturaleza heterogénea de la dislexia, con grupos neuropsicológicamente diferenciables y la posible presencia de una disfunción hemisférica derecha, en el caso de los diseidéticos, o de una disfunción bilateral, en el grupo de no-específicos. En cualquier caso, esta disfunción no implicaría, según los autores, un apoyo a la existencia de una dominancia incompleta como etiología subyacente a la dislexia.

Como puede observarse, los resultados de este grupo de estudios ponen de manifiesto que los disléxicos muestran una asimetría, para las funciones verbales, similar a la de los lectores normales, existiendo algunos informes de bilateralización o de diferencias en la magnitud de la asimetría izquierda. Por tanto, la inclusión de la variable tipo de dislexia está lejos de haber supuesto el esclarecimiento definitivo de la relación entre alteración lectora y lateralización de funciones.

### 3.3.2.- Estudios taquistoscópicos

Este acercamiento supone la presentación taquistoscópica de estímulos, verbales o no verbales, a cada campo visual. La disposición anatómica de las vías visuales permite que el material presentado en un hemicampo visual, bajo determinadas condiciones, se proyecte sobre el hemisferio contralateral.

El resultado generalmente obtenido, en una población normal, es una superioridad del campo visual derecho (CVD)-(hemisferio izquierdo) para el procesamiento de material verbal, y una ventaja del campo visual izquierdo (CVI)-(hemisferio derecho) para el procesamiento no verbal (Kinsbourne, 1978; Bryden, 1982). Sin embargo, cabe destacar la influencia en estos resultados de variables como la demanda de la tarea o respuesta, el nivel de procesamiento requerido, características de los estímulos, etc. (Sergent, 1982; 1983a; 1983b; Beaumont, 1983), así como las recientes evidencias de una asimetría hemisférica no cualitativa (Bradshaw y Nettleton, 1981; 1983; Barroso y Nieto, 1987; Nieto et al., 1990; Hernández, Nieto y Barroso, 1992).

En el contexto que nos ocupa, la metodología generalmente empleada en este tipo de investigaciones ha supuesto la presentación lateralizada de estímulos verbales, palabras o dígitos, a grupos de lectores retrasados o de disléxicos, contrastando su rendimiento con lectores normales (v.g. Olson, 1973; Marcel y Rajan, 1975; Mckeever y Van Deventer, 1975; Yeni-Konshian, Insenberg y Goldberg, 1975; Kershner, 1977; Pirozzolo y Rayner, 1979). En menor medida, se ha utilizado la presentación de estímulos no verbales como, por ejemplo, caras (Marcel y Rajan, 1975; Pirozzolo y Rayner, 1979).

La tarea que debían realizar los sujetos consistía, en la mayoría de los estudios, en el informe oral del estímulo verbal presentado. En el estudio de Pirozzolo y Rayner (1979), no se requería una respuesta oral, sino la identificación del estímulo entre varias alternativas, tarea similar a la empleada para los estímulos no verbales.

Generalmente, los resultados obtenidos con este acercamiento apoyan, generalmente, la existencia de diferencias en la lateralización del lenguaje entre lectores normales y sujetos con trastornos de la lectura. Concretamente, en el grupo de malos lectores se detecta una menor asimetría entre ambos campos visuales (Marcel y Rajan, 1975; Kershner, 1977) o la desaparición de la misma (McKeever y Van Deventer, 1975; Pirozzolo y Rayner, 1979).

Un resultado discordante es el presentado por Yeni-Konshian, Insenberg y Goldberg (1975). Estos autores informan haber obtenido una mayor lateralización en el grupo de malos lectores en tareas de informe verbal de palabras y dígitos. Sin embargo, un examen de sus resultados pone de manifiesto que esta afirmación se realiza no existiendo diferencias significativas entre campos visuales, en el caso de las palabras. Es decir, sin obtener evidencias de lateralización en ningún grupo, pasan a comparar la diferencia entre ambos campos y observan que ésta es mayor en el grupo de malos lectores. Dado que no hay evidencias de lateralización previas, difícilmente puede aceptarse este resultado como indicativo de una mayor lateralización.

Finalmente, con respecto a la lateralización de funciones espaciales, hay que señalar que, aunque su estudio ha sido poco abordado, los resultados disponibles no muestran diferencias entre buenos y malos lectores.

La tabla 3.5. recoge un resumen de las características más relevantes de los trabajos que acabamos de comentar.

**Tabla 3.5. Asimetría cerebral según la técnica de taquistoscopia en sujetos con problemas de lectura**

AUTOR/ES	MUESTRA	ESTIMULOS	TAREA	RESULTADOS
OLSON (1973)	NORMALES LECTORES RETRASADOS	PALABRAS	IDENTIFICACION ORAL	Los dos grupos mostraron superioridad del C.V.D.
MCKEEVER Y VAN DEVENTER (1975)	NORMALES DISLEXICOS	PALABRAS	IDENTIFICACION ORAL	<b>NORMALES:</b> Superioridad del C.V.D. <b>DISLEXICOS:</b> Superioridad del C.V.D. en la presentación bilateral. No diferencias en la presentación unilateral.
MARCEL Y RAJAN (1975)	NORMALES LECTORES RETRASADOS	PALABRAS	IDENTIFICACION ORAL	Los dos grupos mostraron superioridad del C.V.D. La magnitud de las diferencias en los lectores retrasados fue menor.
		CARAS	IDENTIFICACION ENTRE ALTERNATIVAS	Los dos grupos mostraron superioridad del C.V.I.
YENI-KONSHIAN, INSENBURG Y GOLDBERG (1975)	NORMALES LECTORES RETRASADOS	PALABRAS	IDENTIFICACION ORAL	Los lectores retrasados mostraron mayor diferencia entre hemisferios que los lectores normales
		DIGITOS	IDENTIFICACION ORAL	Los dos grupos mostraron una superioridad del C.V.D.
KERSHNER (1977)	NORMALES LECTORES AVANZADOS LECTORES RETRASADOS	PALABRAS	IDENTIFICACION ORAL	Los tres grupos mostraron superioridad del C.V.D.
PIROZZOLO Y RAYNER (1979)	NORMALES DISLEXICOS	PALABRAS	IDENTIFICACION ENTRE ALTERNATIVAS	<b>NORMALES:</b> Superioridad del C.V.D. <b>DISLEXICOS:</b> No diferencias
		CARAS	IDENTIFICACION ENTRE ALTERNATIVAS	Los dos grupos mostraron superioridad del C.V.I.

En resumen, los resultados generalmente encontrados con los procedimientos taquitoscópicos apoyan la idea de que en los sujetos con dificultades en la lectura la superioridad del hemisferio izquierdo, para el procesamiento verbal, está disminuida o ausente. Junto a esto, el hemisferio cerebral derecho se mantiene como responsable del procesamiento del material espacial, sin diferencias con los lectores normales.

Sin embargo, las conclusiones de los estudios taquistoscópicos hay que considerarlas con precaución por varias razones: en primer lugar, el uso de presentaciones bilaterales y, en algunos casos, la exposición de las palabras verticalmente, introduce problemas de control de la fijación y de artificialidad en la tarea. En segundo lugar, las alteraciones lectoras suelen ir unidas a un mayor umbral para la identificación visual de palabras y a dificultades para mantener la fijación de la mirada (Pirozzolo, Rayner y Hynd, 1983), requisito éste imprescindible para asegurar la correcta lateralización de los estímulos. En tercer lugar, la tarea mayoritariamente usada es la lectura de las palabras presentadas en cada campo visual. Si el objetivo es estudiar si las diferencias en la lateralización cerebral del lenguaje están relacionadas con la alteración lectora, sería necesario utilizar tareas que no estén contaminadas por la propia alteración que esta siendo objeto de estudio.

### **3.3.3.- Estudios de tareas concurrentes**

La técnica de tareas concurrentes es un procedimiento que permite estudiar la asimetría cerebral a partir del output motor. Se basa en contrastar la capacidad para ejecutar dos actividades controladas por el mismo hemisferio (v.g., hablar y

realizar una actividad con la mano derecha), frente a la realización simultánea de actividades controladas por hemisferios distintos (v.g., hablar y realizar una actividad con la mano izquierda). El efecto "hemisferio compartido" se traduce en una competición inter-tareas por mecanismos cerebrales localizados en el mismo hemisferio (Kinsbourne y Cook, 1971). De forma distinta a los fenómenos de percepción auditiva o visual, utilizados en los estudios de escucha dicótica y tasquistoscópicos respectivamente, esta técnica hace uso de los concomitantes motores de los procesos cerebrales lateralizados, que podrían ser, según algunos autores, una medida más sensible de la lateralización cerebral de funciones (Obrzut y Boliek, 1986).

En sujetos normales, aunque una verbalización concurrente disminuye la actividad motora de ambas manos, es clásico encontrar que la mano derecha se ve más afectada que la mano izquierda (v.g. Dalby y Gibson, 1981; McFarland, et al., 1989; Ashton y McFarland, 1991). En la misma línea, cuando la tarea concurrente es de naturaleza no-verbal, la ejecución de la mano izquierda se ve impedida en mayor amplitud que la ejecución de la mano derecha (v.g. Piazza, 1977; Dalby y Gibson, 1981; Stellern et al., 1986; Stellern, Collins y Bayne, 1987), aunque los resultados con respecto a las tareas espaciales son más inconsistentes (Obrzut y Boliek, 1986).

La interpretación generalmente realizada de estos resultados ha sido que la mayor interferencia experimentada por la mano derecha, mientras se realiza concurrentemente una tarea verbal, surge como consecuencia de que los mecanismos neuronales responsables de la tarea verbal y los responsables del control motor están localizados en el mismo hemisferio, en este caso, en el hemisferio izquierdo. De forma análoga, la mayor interferencia sufrida por la



mano izquierda, mientras se desarrolla una actividad espacial concurrente, es interpretada considerando que ambos centros de control están lateralizados al hemisferio derecho (McFarland, et al., 1989; Ashton y McFarland, 1991).

En la tabla 3.6 se recoge un resumen de algunos estudios realizados con este procedimiento.

La población que más se ha contrastado con los lectores normales ha sido la formada por sujetos con dificultades del aprendizaje. Así, por ejemplo, Obruzt et al., (1980) y Stellern et al. (1986) obtienen una asimetría en la interferencia verbal, indicativa de la lateralización del lenguaje al hemisferio izquierdo, que es similar en ambos grupos. Sin embargo, en un trabajo posterior del grupo de Stellern, se informa de la presencia de un elevado número de sujetos con una asimetría inversa entre los sujetos con dificultades del aprendizaje (Stellern, Collins y Bayne, 1987). Por lo que respecta al procesamiento no verbal, los resultados parecen indicar una inversión de la asimetría (Stellern et al., 1986; Stellern, Collins y Bayne, 1987). Junto a la falta de consistencia de resultados, la utilización de sujetos cuyas alteraciones no se producen específicamente en el campo de la lectura dificulta la extracción de conclusiones a partir de este tipo de trabajos.

**Tabla 3.6. Asimetría cerebral según la técnica de tareas concurrentes en sujetos con problemas de lectura**

AUTOR/ES	MUESTRA	T. MOTORA	T. CONCURRENTE	RESULTADOS
OBRZUT ET AL (1980)	NORMALES CON D.A.	TAPPING	Recitar nombres de animales	Los dos grupos mostraron mayor interferencia con la mano derecha.
DALBY Y GIBSON (1981)	NORMALES DISLEXICOS disfonéticos diseidéticos mixtos	TAPPING	Recitar nombres de animales	El grupo control y el grupo de disléxicos mixtos, mostró mayor interferencia con la mano derecha. Los grupos disfonético y diseidético, no mostraron asimetría de la interferencia.
			Items del Test de matrices progresivas del Raven	El grupo control y el grupo diseidético, mostraron mayor interferencia con la mano derecha. Los grupos disfonético y mixto no mostraron asimetría de la interferencia.
HISCOCK, ANTONIUK Y PRISCIAK (1982, citado en Kinsbourne y Hiscock, 1983)	NORMALES LECTORES RETRASADOS	TAPPING	Identificación y posterior reconocimiento de caras	En la tarea de identificación, ambos grupos mostraron mayor interferencia con la mano derecha. En la tarea de reconocimiento, no se obtuvo asimetría de la interferencia.
HUGHES Y SUSSMAN (1983)	NORMALES CON D.A.	TAPPING	Habla espontánea Habla imitativa Ruidos de coches	No encuentran asimetría de la interferencia en ambos grupos en ninguna de las tareas concurrentes utilizadas.
STELLERN ET AL (1986)	NORMALES CON D.A.	TAPPING	Lectura de un texto	Los dos grupos mostraron mayor interferencia con la mano derecha.
			Resolución de problemas espaciales	El grupo control mostró mayor interferencia con la mano izquierda, mientras que el grupo con dificultades del aprendizaje mostró mayor interferencia con la mano derecha.
STELLERN, COLLINS Y BAYNE (1987)	NORMALES CON D.A.	TAPPING	Lectura de un texto	El grupo control y 12 sujetos del grupo experimental mostraron mayor interferencia con la mano derecha. En 14 sujetos del grupo experimental, la interferencia de la mano izquierda fue mayor que la de la mano derecha.
			Identificación de líneas	El grupo control y 6 sujetos del grupo experimental mostraron mayor interferencia con la mano izquierda. 20 sujetos del grupo experimental mostraron mayor interferencia con la mano derecha.

Entre los pocos estudios que utilizan sujetos con alteraciones específicas de la lectura destaca el realizado por Dalby y Gibson (1981). Estos autores contrastan el rendimiento de lectores normales con disléxicos agrupados en subtipos, siguiendo la clasificación propuesta por Boder (1973a). Sus resultados reflejaron que los lectores normales tienen el patrón de asimetría clásico, esto es, dominancia izquierda para el material verbal y dominancia derecha para el material espacial. El grupo de disléxicos no-específico mostró una lateralización izquierda para el lenguaje y una representación bilateral en las funciones espaciales. El grupo disfonético mostró una representación bilateral, tanto de las funciones espaciales como de las funciones verbales. Finalmente, el grupo disidético presentó una representación verbal bilateral y una lateralización hemisférica derecha de las funciones espaciales. Los autores concluyen que los patrones de organización cerebral varían en los diversos tipos de discapacidad de la lectura.

El estudio de Dalby y Gibson es, probablemente, el que ha aportado las evidencias más claras sobre la existencia de diferencias en asimetría de la interferencia en relación con la capacidad lectora. Estas diferencias se observan no sólo entre los sujetos con una capacidad normal y aquellos con alteraciones, sino también entre diferentes subgrupos de disléxicos. Sin embargo, dado que este campo se caracteriza por la presencia de múltiples resultados contradictorios, antes de extraer conclusiones definitivas al respecto, sus aportaciones deben ser verificadas, tanto con el procedimiento de tareas concurrentes, como con los anteriormente descritos.

En resumen, tras haber revisado los estudios de escucha dicótica, estudios taquistoscópicos y de tareas concurrentes, el resultado más claro de este tipo de

acercamientos es la existencia de evidencias tanto a favor de diferencias en los patrones de asimetría entre lectores normales y sujetos con alteraciones lectoras, como a favor de un patrón común a ambos grupos. Cuando han sido observadas diferencias, éstas suelen ir en la línea de una mayor tendencia a la bilateralización, ya sea en forma de ausencia de asimetría, como en forma de atenuación de la misma. Aunque con una frecuencia considerablemente menor, también se ha informado de inversiones de la normal superioridad del hemisferio izquierdo. Estos resultados se refieren, especialmente, a la lateralización del lenguaje, ya que el interés por la asimetría para el material no verbal ha sido menor.

Como puede observarse, el panorama es poco concluyente. A este estado creemos que contribuyen múltiples factores, desde la propia complejidad del tema hasta los problemas metodológicos característicos de cada técnica: la complejidad del propio proceso lector, la heterogeneidad de las alteraciones lectoras, la dificultad para estudiar la asimetría cerebral con procedimientos indirectos, la variedad de diseños, tareas, muestras, etc.

No obstante, a pesar de este marco de resultados, algunos autores han intentado aportar interpretaciones generales, con mayor o menor apoyo empírico, sobre la relación entre capacidad lectora y asimetría cerebral. En el próximo apartado, recogeremos un resumen de estas aportaciones.

### 3.3.4.- Modelos explicativos sobre la relación entre asimetría cerebral y capacidad lectora.

A partir de los trabajos iniciales de Orton (1937) y de los resultados que hemos venido comentando, se han formulado diversas propuestas interpretativas. A continuación, resumiremos las propuestas de algunos de los autores más relevantes para, posteriormente, intentar ofrecer una visión conjunta de sus postulados e implicaciones. En nuestra exposición, respetaremos el término *modelo* con el que suele hacerse referencia a estas propuestas.

#### A) *Modelo del hemisferio izquierdo (Satz y Sparrow, 1970)*

*Satz y Sparrow (1970) consideran que la lateralización cerebral de funciones progresa con la edad y que el ritmo con el que se produce esta lateralización es más lento en los lectores con dificultades que en los lectores normales. Los autores postulan que la dificultad en la lectura está motivada por una maduración retrasada del hemisferio izquierdo, único responsable del proceso lector, que conlleva una lenta adquisición de la especialización funcional para el lenguaje en este hemisferio. De acuerdo con este modelo, cabría esperar diferencias específicas según la edad entre los propios disléxicos y entre éstos y los lectores normales equiparables en edad.*

#### B) *Modelo del Transfer (Masland, 1975)*

*Masland plantea que la asimetría cerebral puede ser descrita por los términos simultáneo y sucesivo. Es decir, el hemisferio derecho procesaría de forma simultánea y el hemisferio izquierdo tendría un estilo de procesamiento sucesivo o secuencial. Para este autor, el proceso de la lectura requiere de la adecuada integración de ambos tipos de procesamiento, esto es, la integración del análisis visoespacial y del lingüístico-temporal. La forma óptima de realizar esta integración sería mediante la transferencia al hemisferio izquierdo del análisis del*

*material simbólico-visual implicado en el proceso lector. Las dificultades en la lectura estarían presentes cuando se producen problemas para realizar esta transferencia. Este transfer se vería especialmente dificultado en aquellos sujetos con un alto grado de especialización hemisférica para las funciones espaciales.*

**C) Modelo del hemisferio derecho (Witelson, 1977)**

*Para esta autora, la dificultad en la lectura está asociada, en primer lugar, con una representación bi-hemisférica de las funciones espaciales, en contraste con la representación hemisférica derecha que muestran los niños normales. En segundo lugar, estaría asociada con la típica representación hemisférica izquierda para las funciones lingüísticas, observada también en los niños normales. La autora asume que la participación neural bilateral en el procesamiento de las funciones espaciales podría interferir con el procesamiento del hemisferio izquierdo de sus funciones específicas, dando lugar a déficits lingüísticos, déficits en el procesamiento cognitivo secuencial y a una sobre-utilización de las estrategias espaciales y a un estilo cognitivo holístico de procesamiento. Este patrón de déficits cognitivos podría llevar a los disléxicos a leer predominantemente con una estrategia cognitiva holístico-espacial, obviando las estrategias de procesamiento fonéticas-secuencial.*

**D) Modelo del equilibrio (Bakker, 1979b)**

*En este modelo, el término "equilibrio" implica una doble relación: a nivel cognitivo, la relación entre estrategias perceptivas y lingüísticas en el proceso de aprendizaje de la lectura, y, paralelamente, a nivel neuropsicológico, la participación de los hemisferios derecho e izquierdo en este proceso.*

*Para Bakker, la lectura es un proceso con dos fases, y el punto de equilibrio necesario para una correcta ejecución lectora será dependiente de la fase del proceso de aprendizaje*

*lector en la que se encuentre el sujeto. En la primera fase, las estrategias perceptivas generadas por el hemisferio derecho juegan un papel fundamental, mientras que en fases más avanzadas, la preponderancia debe corresponder finalmente a las estrategias lingüísticas, propias del hemisferio izquierdo.*

*Según este autor, existirían, por tanto, dos tipos de trastornos lectores: el primero, cuando en la fase inicial las estrategias generadas por el hemisferio derecho están insuficientemente representadas, y, el segundo, cuando el lector no alcanza la fase de estrategias lingüísticas correspondiente al hemisferio izquierdo. En el primer tipo de dislexia, el lector poseería una lectura relativamente rápida, con múltiples errores perceptivos, mostrando una importante lateralización lingüística al hemisferio izquierdo y una débil lateralización atípica de las funciones visoespaciales. En el segundo tipo de dislexia, la lectura sería lenta y letra a letra, mostrando el sujeto una clara especialización del hemisferio derecho para las funciones visoespaciales y una lateralización del lenguaje derecha o bilateral. Estos tipos de dislexias se corresponden con las de las clasificaciones de Kinsbourne y Warrington (1963), y del propio Bakker, Van Leeuwen y Spyer (1987), recogidas en el cuadro resumen de subtipos de dislexias (Tabla 3.3).*

#### **E) Modelo de Beaumont y Rugg (1978)**

*Estos autores encuentran, tras una revisión de la literatura, que los sujetos disléxicos se caracterizan por presentar una ventaja auditiva derecha, pero una reducida magnitud de la ventaja del campo visual derecho para el procesamiento de letras y palabras. Por tanto, concluyen que en los disléxicos existe una normal lateralización del procesamiento auditivo del lenguaje, pero una relativa bilateralización del procesamiento visual del mismo. Las dificultades en la lectura aparecerán en el momento de la integración de ambos componentes del lenguaje, dado que, para ellos, la integración interhemisférica es menos eficiente que la integración intrahemisférica.*

En una visión conjunta de las diferentes hipótesis interpretativas expuestas, se pone de manifiesto, en primer lugar, que la mayor parte de los autores

relacionan las alteraciones en la lectura con un mal funcionamiento del hemisferio izquierdo. En esta línea, las alteraciones en la lectura se deberían, según Satz y Sparrow, a una incompleta lateralización del lenguaje en este hemisferio; según Beaumont y Rugg, al hecho de que el procesamiento visual del lenguaje no esté totalmente lateralizado en él; según Witelson, a una interferencia en el funcionamiento del hemisferio izquierdo debida a la bilateralización del procesamiento espacial; y, según Masland, a que no se realiza la transferencia a este hemisferio del análisis del material simbólico-visual implicado en el proceso lector. En resumen, a través de diferentes mecanismos, el postulado último de estos modelos es un mal funcionamiento del hemisferio izquierdo. Una posición diferente encontramos en el modelo de Bakker, quien propone que las dificultades en la lectura surgen cuando no se consigue el equilibrio necesario entre la participación del hemisferio derecho e izquierdo, participación que es diferente en función de la fase del aprendizaje lector en que nos situemos.

Una conclusión de estas posiciones es el hecho de que tanto para Satz y Sparrow, como para Beaumont y Rugg o Witelson, la lectura es considerada, básicamente, como un proceso dependiente de las capacidades lingüísticas del hemisferio izquierdo. Sin embargo, la importancia de los aspectos perceptivos o espaciales sí está recogida en el modelo de Masland y, especialmente, en el modelo del equilibrio propuesto por Bakker. Ahora bien, para Masland el análisis perceptivo debe ser transferido al hemisferio izquierdo para integrarse con los procesos lingüísticos y, para Bakker, las estrategias lingüísticas generadas por el hemisferio izquierdo se convierten en las estrategias cruciales a medida que se avanza en el aprendizaje lector. Por tanto, en último término, todos los autores establecen una fuerte relación entre el proceso lector y la especialización



para el procesamiento lingüístico del hemisferio izquierdo.

En segundo lugar, en varias de las formulaciones está presente la idea de que los trastornos de la lectura estarían producidos por un retraso madurativo. Esta idea está explícitamente recogida en el modelo de Satz y Sparrow, para quienes la dificultad en la lectura está motivada por una maduración retrasada del hemisferio izquierdo, lo que conlleva una lenta adquisición de la especialización funcional para el lenguaje. Así mismo, aunque de forma más implícita, los aspectos madurativos están también presentes en los modelos del transfer y en el de Bakker. En el primero, es necesario que, a medida que avanza el proceso lector, se produzca la integración en el hemisferio izquierdo de los procesos perceptivos y los lingüísticos. En el segundo, la progresión en el proceso lector implica pasar de la preponderancia de las estrategias perceptivas, propias de las primeras fases, a la preponderancia de las estrategias lingüísticas necesarias para las fases más avanzadas. En ambos casos, el hecho de que no se produzca esta evolución daría lugar a la aparición de trastornos en la lectura.

A este respecto, creemos necesario señalar que los aspectos madurativos recogidos en varios modelos han sido contemplados en muy pocos estudios. Tener en cuenta estos aspectos supone contrastar grupos de diferentes edades y/o en diferentes fases del aprendizaje lector. Los autores que han realizado este tipo de contrastes han sido, mayoritariamente, los propios proponentes de los modelos. Así, por ejemplo, Satz, Rardin y Ross (1971) encuentran que tanto los lectores normales como los retrasados mostraron una ventaja del oído derecho-superioridad del hemisferio izquierdo, para el material verbal. Sin embargo, en el grupo de más edad, la magnitud de esta superioridad fue mayor en los lectores normales que en los disléxicos, mientras que entre los sujetos de menor edad no

se encontraron diferencias en lateralización. En la misma línea, el grupo de Bakker encuentra evidencias de un incremento progresivo en la lateralización del procesamiento verbal al hemisferio izquierdo en los buenos lectores, mientras que en los malos lectores no se produce una clara disminución de la bilateralización con la edad (Bakker, Smink y Reitsma, 1973; Bakker, Hoefkins y Van Der Vlugt, 1979). Sin embargo, las investigaciones realizadas por el grupo de Obrzut obtienen resultados contradictorios a esta hipótesis, lo que les lleva a concluir que no existe un retraso evolutivo entre lectores normales y disléxicos en términos de lateralización del procesamiento del lenguaje. Según estos autores, muchos de los resultados contradictorios pueden ser producto tanto de los propios problemas metodológicos inherentes a estos procedimientos, como del efecto que sobre la propia especialización hemisférica tienen factores como el tipo de estrategia de procesamiento empleada o la capacidad de atención selectiva mostrada por cada grupo (Obrzut et al., 1981; Obrzut, et al., 1988; Obrzut y Boliek, 1986).

En tercer lugar, podemos agrupar las diferentes propuestas revisadas en dos grandes grupos. Por un lado, las que establecen una relación entre la existencia de una dominancia incompleta y la alteración lectora. En este grupo incluiríamos a Satz y Sparrow, quienes postulan una incompleta lateralización de la funciones del HI, y a Beaumont y Rugg, para quienes existiría una correcta lateralización auditiva del lenguaje pero una bilateralización del procesamiento visual del mismo. Debe incluirse también en este grupo la propuesta de Witelson, aunque en este caso se postula una dominancia incompleta del hemisferio derecho para el procesamiento espacial. Por otro lado, encontramos un segundo grupo de autores que, por el contrario, relacionan la alteración lectora con una excesiva

dominancia. Este es el caso del modelo del Transfer, según el cual un alto grado de especialización hemisférica para las funciones espaciales dificulta la transferencia necesaria al hemisferio izquierdo, y del modelo del Equilibrio, según el cual la excesiva dominancia de cualquiera de los dos hemisferio puede ocasionar alteraciones en la lectura, dependiendo de la fase en que esté el proceso lector.

Finalmente, señalar cuáles serían las predicciones de cada modelo sobre los resultados que debemos encontrar en los estudios de asimetría funcional. Algunos predicen que los sujetos con alteraciones en la lectura se caracterizarían por una ausencia o disminución de la superioridad del hemisferio izquierdo para el procesamiento verbal en general (Satz y Sparrow) o, de forma específica, para el procesamiento de material verbal presentado visualmente (Baumont y Rugg). Según la propuesta de Witelson, debemos encontrar, para el mismo tipo de sujetos, una superioridad del hemisferio izquierdo para el material verbal, pero con un bajo nivel general de ejecución, junto a una disminución de la superioridad del hemisferio derecho para el material espacial. Según Masland, por el contrario, estos sujetos presentarían un incremento en la superioridad del hemisferio derecho para el procesamiento espacial. Según Bakker, entre los niños con trastornos en la primera fase del aprendizaje lector, debemos encontrar un aumento de la superioridad del hemisferio izquierdo para el procesamiento verbal, mientras que los trastornos propios de las fases avanzadas irían unidos a una disminución de esta superioridad.

Teniendo presentes los resultados que hemos comentado en los apartados anteriores, podemos concluir que prácticamente cada modelo cuenta con algunas

evidencias experimentales. Pero, de igual forma, podemos también encontrar resultados contradictorios con las predicciones de cada modelo. Por tanto, difícilmente se pueden extraer conclusiones generales sobre qué modelo tiene mayor apoyo empírico. Posiblemente, la única conclusión válida sería que la relación entre capacidad lectora y asimetría cerebral es considerablemente compleja y que aún estamos lejos de contar con un modelo explicativo de la misma.

## **II.- TRATAMIENTO EXPERIMENTAL**

#### **4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPOTESIS:**

**Relación entre Lateralización Cerebral del Lenguaje  
y Preferencia Manual con el Rendimiento Lector**

El interés común de todos los estudios neuropsicológicos de la lectura ha sido vincular este proceso con una determinada organización cerebral. En las investigaciones realizadas con sujetos sin lesión cerebral conocida, este interés se ha concretado en poner en relación un fenómeno característico de dicha organización, su carácter asimétrico, con la capacidad lectora. Para cubrir este objetivo se han adoptado dos tipos de acercamientos. Por un lado, los acercamientos neuroanatómicos, cuyo principal objetivo ha sido el estudio de las asimetrías/simetrías anatómicas y por otro, los acercamientos neurofuncionales.

Los estudios neurofuncionales revisados en la primera parte de este trabajo pueden resumirse, haciendo abstracción de aspectos particulares, en dos grandes líneas de investigación: la que relaciona las habilidades/problemas de lectura con la preferencia manual y la que lo hace con la lateralización funcional del lenguaje.

Desde ambas líneas, los diferentes estudios realizados nos han suministrado un considerable cúmulo de datos sobre estas posibles relaciones. Por su parte, los diferentes modelos propuestos han supuesto un importante intento de interpretación de estos resultados y de elaboración de hipótesis sobre el significado último de los mismos (v.g. Satz y Sparrow, 1970; Masland, 1975; Witelson, 1977; Beaumont y Rugg, 1978; Bakker, 1979; Geschwind y Behan, 1982; 1984; Annett y Kilsaw, 1984).

Sin embargo, tal y como hemos señalado anteriormente, el conjunto de datos que se ha ido reuniendo se caracteriza por su notable dispersión. Consecuentemente, cada uno de los modelos propuestos cuenta con alguna evidencia experimental y, al mismo tiempo, con numerosos resultados

contradictorios con sus postulados o predicciones.

En nuestra opinión, la principal conclusión de tipo teórico que se puede extraer del desarrollo de ambas líneas de investigación, es el reconocimiento de la existencia de alguna relación entre asimetría cerebral y lectura. Ahora bien, tanto desde la perspectiva de la preferencia manual como desde la lateralización del lenguaje, los términos en que se establece tal relación, están aún lejos de ser explicados de forma satisfactoria.

Una segunda conclusión, al mismo tiempo explicativa de la situación creada, sería el desarrollo marcadamente independiente que ambas líneas de investigación han tenido, prácticamente en paralelo y con escasa o nula interacción. Si revisamos los objetivos de los diferentes trabajos vemos que, aquéllos centrados en la preferencia manual no han tenido en consideración la lateralización del lenguaje. Este factor, si bien es considerado en cierta forma por los modelos de Geschwind y Behan (1982; 1984) o de Annett y Kilsaw (1984), no se ha plasmado en las correspondientes investigaciones. De forma similar, las investigaciones centradas en el estudio de los patrones de lateralización verbal sólo han contemplado la preferencia manual como una variable a controlar, limitando las muestras experimentales a sujetos diestros.

Esta desconexión entre ambas líneas de investigación resulta particularmente llamativa si tenemos en cuenta que, en el campo de la asimetría cerebral, la relación entre preferencia manual y lateralización funcional del lenguaje es conocida desde las aportaciones pioneras de Paul Broca, y ha quedado claramente establecida mediante estudios clínicos y experimentales, (ver apartado 3.2.3.). Como se recordará, esta relación presenta una orientación muy



consistente en el caso de los diestros, donde el 90% lateralizan el lenguaje al hemisferio izquierdo, dividiéndose el 10% restante entre una lateralización al hemisferio derecho o la bilateralización. En el caso de los zurdos, la situación es diferente dado que un 60% tiene lateralizado el lenguaje al hemisferio izquierdo, mientras que el 40% restante se divide entre las otras dos posibilidades.

Esta distribución de la relación entre preferencia manual y lateralización del lenguaje, aunque conocida por los distintos autores que han desarrollado ambas líneas de investigación, no ha sido considerada en la formulación de sus objetivos y, en consecuencia, en el diseño de sus trabajos.

De este modo, nos encontramos que los autores que han puesto el énfasis en la relación entre preferencia manual y los trastornos en la lectura, se han centrado en estudiar la vinculación entre la preferencia manual izquierda y la dislexia (v.g. Geschwind y Behan, 1982; 1984; Annett y Kilsaw, 1984 y Schachter, Ransil y Geschwind, 1987). En todos estos estudios, se ha considerado a los zurdos como un grupo homogéneo, sin tener presente que, en este grupo, los sujetos se distribuyen diferencialmente según su lateralización del lenguaje, con las consiguientes implicaciones de organización cerebral en relación con la asimetría cerebral. Es decir, no se ha tenido en cuenta que la relación entre dislexia y preferencia manual izquierda pudiera estar modulada por el hecho de que esta preferencia vaya unida a una lateralización izquierda o derecha del lenguaje.

Del mismo modo, los autores que se han centrado en estudiar posibles modificaciones en los sujetos disléxicos de la lateralización del lenguaje al hemisferio izquierdo (v.g. Pirozzolo y Rayner, 1979; Dalby y Gibson, 1981; Kershner y Morton, 1990), al limitar la muestra a sujetos diestros, han dejado de

contemplar el efecto de la presencia de esta lateralización o la contraria en sujetos zurdos. Este dato cobra mayor significación cuando, desde la otra línea de investigación, la controversia más importante ha sido la mayor incidencia o no de zurdos entre la población de disléxicos.

Por todo ello, no es extraño que a partir de la consideración aislada de estos dos factores no se haya llegado a resultados concluyentes. Si la preferencia manual por sí sola, o la lateralización del lenguaje, no explican la posible relación entre asimetría cerebral y lectura, posiblemente sea la consideración conjunta de ambos factores la que pueda contribuir al esclarecimiento de tal relación.

Si consideramos conjuntamente ambos factores, nos encontramos, básicamente, con cuatro posibles formas de organización cerebral: dos grupos constituidos por sujetos con lateralización del lenguaje al hemisferio izquierdo, uno de ellos con preferencia manual derecha y el otro con preferencia manual izquierda, y dos grupos con lateralización del lenguaje al hemisferio derecho, en un caso junto a una preferencia manual diestra, y en el otro acompañada de una preferencia manual izquierda. Dejamos al margen los casos de bilateralización del lenguaje o preferencia manual mixta, ya que tales casos plantean un problema diferente, relacionado con el grado de asimetría, que requiere un tratamiento específico.

Ante los cuatro grupos resultantes de combinar estas dos formas de expresión de la especialización hemisférica, podemos seguir dos líneas argumentales. Por una parte, podríamos enfatizar que la organización cerebral mayoritaria, es decir, la lateralización del lenguaje al hemisferio cerebral

izquierdo y la preferencia manual diestra, sea el tipo de organización cerebral idóneo para la correcta adquisición y/o ejecución en la lectura. Consecuentemente, toda organización diferente a ésta, supondría la existencia de dificultades en el proceso lector. Esta línea argumental nos llevaría a plantear una situación sin ningún apoyo experimental, esto es, los sujetos zurdos, por el mero hecho de serlo, presentarían alteraciones lectoras.

La segunda línea argumental, enfatizaría cómo se combinan la lateralización del lenguaje y la lateralización de los centros de control de la mano preferida. En este sentido podemos proponer, dado que la organización mayoritaria es la coincidencia de ambas en un mismo hemisferio, que es esta coincidencia el factor determinante. Es decir, si por factores que aún no están satisfactoriamente explicados, la organización cerebral predominante en la especie humana determina que los centros para el control del lenguaje y de la mano preferida se localicen en un mismo hemisferio, otras formas de organización cerebral que no resulten en esta coincidencia serán menos eficientes. Con respecto al tema que nos ocupa, estas organizaciones serán las que den lugar a una menor capacidad lectora, posiblemente, en el marco de una menor facilidad para el lenguaje en general, que puede ponerse de manifiesto de forma especial en el proceso lector.

Concretamente, en la presente investigación nos proponemos demostrar que el rendimiento lector de los sujetos con el procesamiento del lenguaje y el control motor de la mano preferida lateralizados a un mismo hemisferio (hemisferio izquierdo-diestros y hemisferio derecho-zurdos), será mejor que el mostrado por los sujetos en los que cada uno de estos procesos esté lateralizado a un hemisferio diferente (hemisferio izquierdo-zurdos y hemisferio derecho-

diestros).

El procedimiento por el que hemos optado para poner a prueba esta hipótesis surge de lo que podemos considerar como una tercera conclusión, en esta ocasión de tipo metodológico, de la revisión realizada.

El acercamiento metodológico utilizado tradicionalmente ha consistido, de forma prácticamente unánime, en contrastar la lateralización del lenguaje, o la distribución de la preferencia manual, en sujetos lectores normales frente a sujetos con alteraciones lectoras. Los problemas se hacen evidentes cuando examinamos los criterios o procedimientos empleados para formar las muestras de sujetos con alteraciones lectoras.

En primer lugar, la mayor parte de los trabajos utilizan sujetos con "dificultades de aprendizaje", por tanto, están trabajando con muestras considerablemente heterogéneas en las que los sujetos, junto al trastorno en la lectura, presentan alteraciones en otras esferas del aprendizaje académico. Este hecho, no sólo dificulta la comparación entre los diferentes estudios, sino que cuestiona que sus resultados sean realmente informativos para el problema de estudio planteado.

En segundo lugar, encontramos los trabajos realizados con sujetos diagnosticados como disléxicos. En este caso, podríamos asumir que el trastorno es específicamente lector, o al menos, específicamente relacionado con el lenguaje escrito. Sin embargo, difícilmente se puede mantener esta asunción cuando encontramos trabajos en los que la consideración de un sujeto como disléxico se realiza a partir de autoinformes, como ocurre en las investigaciones

de Geschwind y Behan, (1982) y de Schachter, Ransil y Geschwind, (1987). Si bien éste es un caso extremo, entre los trabajos realizados con disléxicos encontramos algunos en los que la muestra se forma a partir de niños procedentes de servicios clínicos, sin informar ni confirmar directamente los criterios de diagnóstico (Thomson, 1976; Annet y Kilsaw, 1984; Cohen, Hynd y Hugdahl, 1992). Cuando son los propios autores los que realizan el diagnóstico, algunos incluyen sujetos con alteraciones en otras áreas, especialmente en aritmética (Kershner y Morton, 1990; Kershner y Micaleff, 1992), mientras que otros no comprueban que tales alteraciones están realmente ausentes (Dalby y Gibson, 1981; Aylward, 1984). No sólo se incluye, o no se descarta, la presencia de otras alteraciones sino que, además, los criterios para considerar que existe retraso lector no son uniformes (Zurif y Carson, 1970; Aylward, 1984; Hugdahl, Synnevag y Satz, 1990). En la misma línea, es frecuente encontrar la utilización de pruebas diversas para la evaluación de la lectura, así como un rango de edades muy variado.

Las deficiencias que hemos señalado no sólo han dado lugar a una gran heterogeneidad en las muestras utilizadas, sino que han supuesto una importante contaminación de los resultados y, por consiguiente, de su significación para el entendimiento de la relación entre asimetría y alteraciones en capacidad lectora.

Estas deficiencias podrían ser solventadas definiendo la muestra de disléxicos mediante unos criterios de diagnóstico estrictos. Sin embargo, aunque de esta forma podrían evitarse las críticas anteriores, consideramos que éste no es el procedimiento adecuado para poner a prueba nuestra hipótesis.

La capacidad lectora, como todo proceso superior, es un producto de la actividad cerebral. En nuestra propuesta, vinculamos el rendimiento lector con

una determinada forma de organización cerebral. Esto no implica, en modo alguno, que estemos considerando que ésta sea la única relación entre funcionamiento cerebral y lectura. Otros factores como la maduración cerebral; la facilitación-inhibición interhemisférica; el desarrollo de las comisuras cerebrales; factores genéticos, etc., pueden también modular, posiblemente de forma interactiva, la adquisición y ejecución de este proceso.

Una muestra de disléxicos, por tanto, estará constituida no sólo por sujetos que presentan un patrón de no concordancia entre dos formas de expresión de la asimetría cerebral, sino que, probablemente, también incluya sujetos cuya alteración tiene su origen en otros factores. Contrastar disléxicos con lectores normales, por consiguiente, no sería el procedimiento adecuado para verificar la vinculación propuesta entre asimetría cerebral y rendimiento lector.

A partir de las consideraciones realizadas, en nuestra investigación hemos optado por un acercamiento metodológico diferente al tradicional. En primer lugar, el tipo de organización asimétrica tiene para nosotros carácter de variable independiente. Es decir, estudiaremos si se producen diferencias en rendimiento lector en función del tipo de lateralización cerebral. En segundo lugar, partimos de la población escolar general, ya que, si el tipo de organización cerebral propuesto es realmente relevante para el rendimiento lector, su efecto debe ser apresado sin necesidad de acudir a grupos extremos.

En resumen, pretendemos estudiar las diferencias en rendimiento lector entre sujetos, seleccionados de la población escolar normal, caracterizados por presentar una confluencia o no de los centros de control de la mano preferida y de los centros del lenguaje en un mismo hemisferio. En concreto, nuestra predicción es que los grupos en los que se produzca esta confluencia (lenguaje en

el hemisferio izquierdo - diestros; lenguaje en el hemisferio derecho - zurdos) tendrán un rendimiento lector superior a los grupos en los que esta confluencia esté ausente (lenguaje en el hemisferio izquierdo - zurdos; lenguaje en el hemisferio derecho - diestros).

El procedimiento seguido para la comprobación de la hipótesis planteadas, supuso la realización de diversas investigaciones, diferenciadas en tres fases. En la primera fase, nuestro interés fundamental fue la obtención de una muestra experimental amplia que, clasificada según su preferencia manual, constituyera el punto de partida para la formación de los futuros grupos experimentales. En la segunda fase, y con la misma finalidad, se obtuvo un índice individual de lateralización cerebral para el lenguaje a través de la técnica de tareas concurrentes. Por último, en la tercera fase, se procedió a la contrastación de nuestra hipótesis, mediante el desarrollo de un diseño experimental que relacione la preferencia manual y la lateralización cerebral del lenguaje con el rendimiento lector.

En los siguientes apartados describiremos los objetivos particulares, método, resultados y discusión de cada una de estas fases, para finalizar exponiendo las conclusiones más relevantes de la investigación.

## **5.- PRIMERA FASE: Preferencia Manual**





La utilización preferente de una de las manos, es una de las primeras manifestaciones de la asimetría cerebral que muestra el ser humano en su desarrollo ontogenético (Provins, 1992). Así, se han obtenido evidencias de preferencia manual derecha tan pronto como a las 15 semanas de gestación (Hepper, Shahidullah y White, 1991), con la consolidación definitiva de esta variable en torno a los 8-9 años de edad (Fennell, 1986).

Sin embargo, tal y como señalamos en la introducción teórica al presente trabajo, la medición y cuantificación de la preferencia manual ha estado sujeta a cierta controversia, obteniéndose resultados no totalmente coincidentes en cuanto a los porcentajes de cada nivel de la preferencia manual en los distintos estudios. Esta situación ha estado motivada, fundamentalmente, por las diferentes formas utilizadas para medir la preferencia manual, ya sea por la utilización de tests y cuestionarios distintos, por el desarrollo de procedimientos diversos (autoinformes versus ejecución manifiesta), o por la utilización de criterios diferentes a la hora de considerar a un sujeto como diestro, zurdo o con preferencia manual mixta. Probablemente, las razones esgrimidas puedan explicar el desacuerdo existente, en términos de porcentajes, sobre la distribución poblacional de la preferencia manual.

La primera fase de nuestro trabajo experimental tiene como objetivo general el estudio de la preferencia manual en una amplia muestra de sujetos en edad escolar, teniendo presente las críticas metodológicas comentadas anteriormente. En este sentido, hemos optado por un procedimiento que, aunque supone un consumo de tiempo importante en la fase de recogida de datos, consideramos que es el idóneo para trabajar con una población infantil.

Concretamente, hemos utilizado un sistema que implica la ejecución por parte de los sujetos de una serie de tareas, unimanuales y bimanuales, que el experimentador registra. A partir de la consideración conjunta de la forma de ejecución de estas tareas, se obtiene un cociente de preferencia manual. Mediante este procedimiento evitamos los problemas de las técnicas de autoinforme, especialmente importantes cuando se trabaja con estas edades, y el establecimiento del tipo de preferencia a partir de sólo una conducta.

A continuación, describiremos los objetivos concretos, el método y los resultados obtenidos. Analizaremos, además, en qué medida nuestros datos son coincidentes, en cuanto a la distribución poblacional, con los publicados en estudios anteriores.

### **5.1.- OBJETIVOS**

Los objetivos de esta fase experimental son:

- 1) Estudiar de forma objetiva la preferencia manual de una amplia muestra de sujetos con edades comprendidas entre 9 a 12 años, de cara a obtener su distribución en tres grupos: diestros, zurdos, y mixtos.
- 2) Formación de los grupos necesarios para las siguientes fases experimentales, completando, si fuera necesario, aquellos cuyo número de sujetos sea insuficiente según la distribución de la preferencia manual que se obtenga.

## 5.2.- MÉTODO

### 5.2.1.- Sujetos

La muestra inicial estaba constituida por 200 sujetos, 131 varones y 69 mujeres. La media de edad cronológica fue de 10.28 años, ( $S_x = 0.93$ ) para los varones y de 10.29 años, ( $S_x = 0.97$ ) para las mujeres. En ambos casos, las edades estaban comprendidas en un rango de 9-12 años. Todos era estudiantes de 4º, 5º ó 6º curso de Educación General Básica (EGB) de siete colegios pertenecientes a los municipios de Santa Cruz de Tenerife y La Laguna.

En un segundo momento, y de cara a completar la formación de los grupos experimentales necesarios en las investigaciones desarrolladas posteriormente, medimos la Preferencia Manual en un grupo de sujetos quienes, según sus profesores utilizaban la mano izquierda para la realización de la escritura. Esta muestra complementaria estuvo formada por 64 sujetos, 44 varones y 20 mujeres, con media de edad cronológica de 9.77 años ( $S_x = 0.89$ ) para los varones y 9.45 años, ( $S_x = 0.76$ ) para las mujeres. Tanto en el caso de los varones como en el de las mujeres, sus edades estaban comprendidas en un rango de 9 a 12 años.

### 5.2.2.- Materiales

El cuestionario empleado para medir la preferencia lateral de los sujetos fue el **Test de Dominancia Lateral** (Harris, 1947). La prueba permite obtener información de la dominancia manual, de la dominancia del pie y de la dominancia ocular. Concretamente, el tests dispone de las siguientes categorías

para la medición de la preferencia manual: 1) Mano preferida; 2) Escritura simultánea; 3) Escritura; 4) Punteado; 5) Repartir cartas. Para la dominancia del pie las categorías son: 1) Dar una patada y 2) Golpear con el pie. Por último, para la medida de la dominancia ocular las categorías son: 1) Tests monoculares y 2) Tests binoculares.

La elección de este test estuvo motivada, en primer lugar, porque su aplicación requiere que el sujeto realice las distintas tareas ante la presencia de un experimentador. Esta forma de administración del test lo diferencia de otros cuestionarios utilizados sobre todo con población adulta, como por ejemplo el **Edinburgh Handedness Inventory** (Olfield, 1971), en los cuales se pide al sujeto que nos informe de qué mano utiliza preferentemente para la realización de determinadas tareas. El procedimiento utilizado hace que el test de Harris sea especialmente relevante para trabajar con una población infantil. En segundo lugar, porque es un cuestionario de manifiesta validez y elevada fiabilidad (ver manual, Harris, 1978).

### **5.2.3.- Procedimiento**

Cada sujeto fue evaluado de forma individual durante 15 minutos. El sujeto ejecutaba las tareas que forman la prueba, anotando el experimentador en la hoja de respuesta la mano escogida y, en algunas pruebas, el tiempo invertido, la mejor coordinación y cuantas observaciones considerase de interés.

Dado los objetivos planteados en nuestra investigación, consideramos únicamente la preferencia manual de los sujetos medida a través de la categoría de mano preferida. Esta categoría dispone de 10 tareas que el sujeto debe realizar

con la mano que prefiera/elija espontáneamente: lanzar una pelota, dar cuerda al reloj, golpear un clavo con el martillo, cepillarse los dientes, peinarse, girar el pomo de la puerta, borrar con goma, cortar con tijeras, cortar con cuchillo y escribir. Las puntuaciones de los sujetos fueron tratadas según la fórmula:  $CL = (D - I / D + I) \times 100$ .

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 (v.g. Olfield, 1971).

El criterio establecido para asignar a los sujetos a uno de los tres niveles de preferencia manual propuestos fue el siguiente:

- 1) Si la puntuación de un sujeto en **CL** era igual o superior a +60 era considerado diestro. Esto equivaldría a realizar un mínimo de 8 tareas con su mano derecha de las 10 que forman la categoría de mano preferida.
- 2) Si la puntuación de un sujeto en **CL** era igual o inferior a -60 era considerado zurdo.
- 3) Si la puntuación de un sujeto en **CL** se encontraba en el rango entre +59 y -59, era considerado mixto. Esto significa no haber realizado al menos 8 tareas con la misma mano.

Las restantes categorías destinadas también a medir la preferencia manual tuvieron valor confirmatorio de la ejecución realizada en la categoría de mano preferida. Es decir, si un sujeto mostraba preferencia manual derecha para la realización de la categoría mano preferida, pero tenía predominio izquierdo en la ejecución de las otras categorías era rechazado como sujeto experimental en esta investigación.

#### 5.2.4.- Variables controladas

- **Edad y normalidad neurológica:** los sujetos seleccionados tenían edades comprendidas entre 9 y 12 años. Mediante informe verbal de los sujetos, de profesores, y de la ficha escolar, se controlaba el que no hubieran padecido daño neurológico, alteraciones en la visión, audición, motricidad o lenguaje.

- **Inteligencia:** el nivel de inteligencia de los sujetos fue medido mediante el **Test de Inteligencia de Lorge-Thorndike** (Lorge-Thorndike, 1954), en la mitad de la muestra. En la otra mitad, formada por niños que estaban participando al mismo tiempo en un estudio de **acceso léxico** (Rodrigo y Jiménez, 1993), se utilizó la **Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños** (Wechsler, 1949). Fueron omitidos los sujetos con un C.I. inferior a 90.

- **Atención:** el nivel de atención de los sujetos fue medido utilizando el **Test de las Casas**, perteneciente a la **Bateria de Aptitudes BANED** (Hernández, 1983b). En este caso, omitimos a los sujetos que mostraron un nivel de atención inferior a 5 puntos en una escala de 10 puntos.

- **Centro escolar de procedencia:** de los 264 sujetos que constituyeron la muestra experimental definitiva, 150 procedían de centros privados, mientras que 113 cursaban sus estudios en centros de enseñanza pública.

- **Problemas emocionales:** a partir de los informes del profesor, controlamos que los niños participantes en nuestro estudio no presentasen dificultades emocionales.

- **Absentismo escolar:** mediante informes del profesor y de los partes de asistencia, eliminamos de nuestro estudio a aquellos niños con frecuentes ausencias a clase.

- **Desconocimiento de los objetivos y entrenamiento previo:** ningún sujeto conocía los objetivos del estudio. Se les pidió que no preguntaran acerca del mismo, comunicándoles que si lo deseaban se les informaría posteriormente. Nos aseguramos también de la carencia de experiencia previa en experimentos de las mismas características que el nuestro.

- **Local:** las salas utilizadas fueron puestas a nuestra disposición por los responsables de los centros educativos donde se desarrolló la recogida de datos. Siempre se trató de una habitación con paredes blancas, suficientemente iluminada y carente de estímulos distractores.



### 5.3.- RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en la distribución de la preferencia manual de las dos muestras estudiadas. Los resultados fueron analizados mediante la Prueba de Independencia de Variables según el estadístico de contraste de  $X^2$  (Chi cuadrado) incluido en el paquete estadístico SPSS/PC+.

#### 5.3.1.- Análisis de la distribución de la preferencia manual

La tabla 5.1 recoge la distribución de la preferencia manual de la muestra inicial (N= 200), en función del criterio establecido y de la variable sexo.

**Tabla 5.1. Distribución de la preferencia manual (N= 200).**

	VARONES		MUJERES		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
DIESTROS	103	78.62	50	72.46	153	76.5
ZURDOS	18	13.74	13	18.84	31	15.5
MIXTOS	10	7.63	6	8.69	16	8
TOTAL	131	65.5	69	34.5	200	100

Realizada la prueba de Independencia de variables, se observa que Preferencia Manual y Sexo son variables que no están relacionadas [ $X^2_{(2)}= 1.046$ ,  $p=n.s.$ ]. Es decir, los sujetos tienen una distribución en la variable Preferencia Manual que no está modulada por su sexo. En la figura 5.1 se recoge la representación gráfica de los resultados obtenidos.

## DISTRIBUCION DE LA PREFERENCIA MANUAL

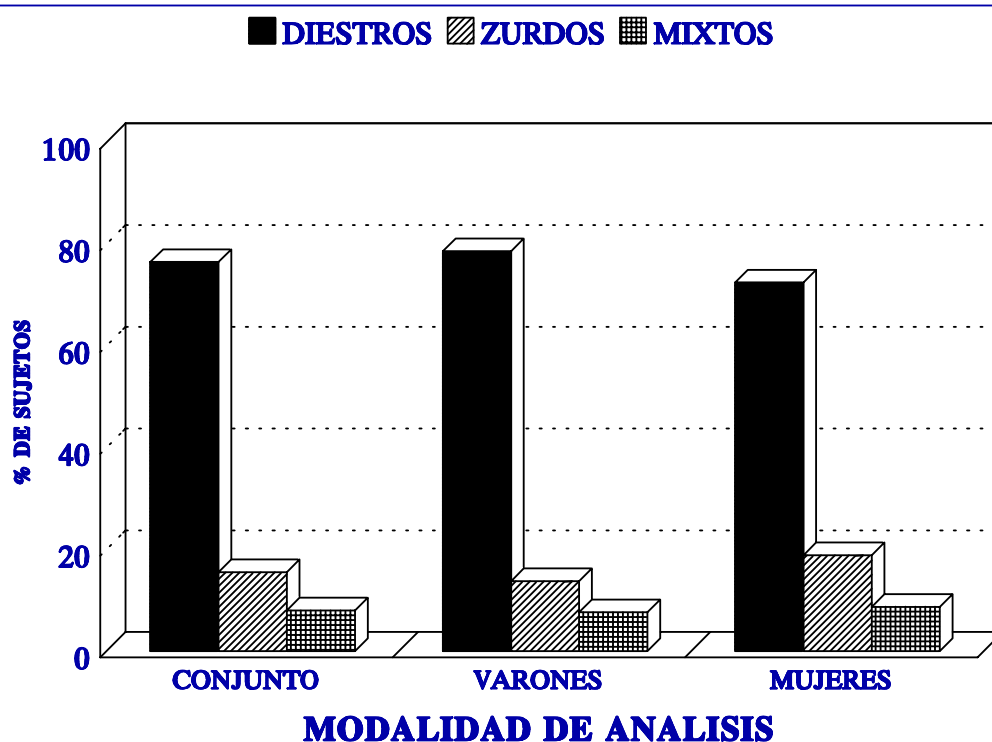


Figura 5.1. Distribución de la preferencia manual.

### 5.3.2.- Análisis de la preferencia manual de la muestra complementaria.

Como se recordará, de cara a completar la muestra de zurdos para las siguientes fases experimentales, se midió la preferencia manual a un grupo de 64 sujetos que utilizaban la mano izquierda para la realización de la escritura. Los resultados de este grupo, tras la administración del **Tests de Dominancia Lateral** (Harris, 1947), confirmaron la preferencia manual izquierda en 46 de éstos, mientras que 17 fueron clasificados como mixtos y 1 como diestro.

La tabla 5.2. recoge el resultado de la distribución de la preferencia manual de la muestra final, que incluye los 200 sujetos del estudio poblacional y los 64 de la muestra complementaria.

**Tabla 5.2. Distribución de la preferencia manual de la muestra final**

	VARONES		MUJERES		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
DIESTROS	104	59.42	50	56.17	154	58.3
ZURDOS	48	27.42	29	32.58	77	29.2
MIXTOS	23	13.14	10	11.23	33	12.5
TOTAL	175	66.28	89	33.71	264	100

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Independencia de Variables van en la misma línea que los comentados anteriormente. Es decir, la distribución obtenida para la variable Preferencia Manual no está modulada por el Sexo de los sujetos [ $X^2_{(2)} = 0.816$ ,  $p = n.s.$ ].

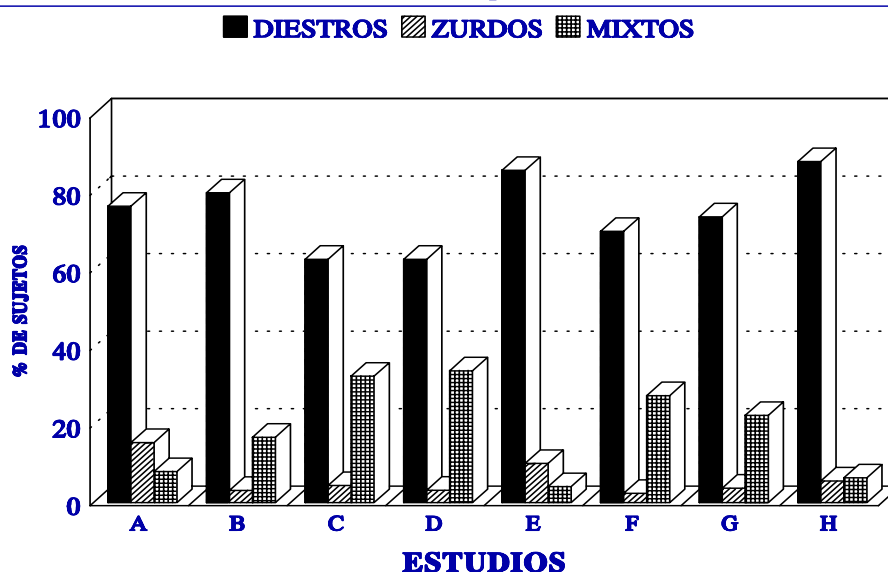
#### 5.4.- DISCUSION

Con relación al primer objetivo de esta fase, encontramos que la distribución de la preferencia manual de nuestra muestra ( $N=200$ ), fue de un 76,5% de diestros, un 15,5% de zurdos y un 8% de sujetos con preferencia manual mixta.

Dado los diversos métodos empleados por los investigadores en la medición de esta variable, los diferentes cuestionarios o tests utilizados y los distintos criterios establecidos para considerar a un sujeto como diestro, zurdo o mixto, es difícil una comparación directa de nuestros resultados con los informados por otros autores. A pesar de ello, en la figura 5.2. se representan gráficamente nuestros resultados junto a los obtenidos en diferentes estudios que utilizan también, como mínimo, las tres categorías de preferencia manual.

## DISTRIBUCION DE LA PREFERENCIA MANUAL

### Análisis comparativo



A= Nuestra muestra (1993); B= Newcombe y Ratcliff (1973)  
 C= Thompson y Marsh (1976); D= Annett y Kilshaw (1984)  
 E= Schachter et al. (1987); F= Lansky et al. (1988)  
 G= Dellatolas et al. (1991); H= Connolly y Bishop (1992)

**Figura 5.2. Distribución de la preferencia manual**  
**Análisis comparativo**

Como se puede observar, los porcentajes de sujetos diestros obtenidos por los diferentes estudios oscilan entre un 62.8% y un 88%. Por tanto, nuestro 76.5% se sitúa en una posición intermedia.

Por lo que respecta al grupo de zurdos, nuestro porcentaje (15.5%), es el más alto de los recogidos en la figura, que cubren un rango entre 2.4% y 10.11%, y se sitúa también entre los más altos según las revisiones de Hécaen y Ajuriaguerra (1964, citado en Bryden, 1982) y de Salmaso y Longoni (1985).

En relación al grupo de sujetos con preferencia manual mixta, llama especialmente la atención la gran diferencia de porcentajes encontrados en los diferentes estudios. En este caso, los porcentajes no se distribuyen de forma más o menos continua en un único rango de puntuaciones, sino que se agrupan en dos extremos, uno inferior, con un rango entre un 4.11% y 6.4% (Schachter, Ransil y Geschwind, 1987; Connolly y Bishop, 1992), y uno superior, entre un 22.5% y un 34% (Thompson y Marsh, 1976; Annett y Kilsaw 1984; Lasky, Feinstein y Peterson, 1988; Dellatolas et al., 1991), con un estudio aislado que informa de un 16.88% (Newcombe y Ratcliff, 1973). En este contexto, el porcentaje de sujetos con preferencia manual mixta de nuestra muestra (8%), estaría más cerca de los estudios situados en el extremo inferior, constituyendo el límite superior del rango.

Una diferencia a destacar al comparar nuestra distribución con la del resto de los autores reside en la representación relativa de zurdos y mixtos. Esto es, junto a la esperada mayor proporción de diestros, obtenemos un porcentaje de zurdos superior al de los mixtos. En cambio, en la mayoría de los estudios, el orden de estos dos últimos grupos se invierte (Newcombe y Ratcliff, 1973; Thompson y Marsh, 1976; Annett y Kilsaw 1984; Lasky, Feinstein y Peterson, 1988; Dellatolas et al., 1991). Las únicas excepciones las encontramos en el trabajo de Connolly y Bishop (1992), donde prácticamente no hay diferencias entre el porcentaje de zurdos y mixtos, y en el de Schachter, Ransil y Geshwind (1987), cuya distribución coincide con nuestros resultados.

Posibles explicaciones a estos resultados podríamos buscarlas en las muestras utilizadas y en el tipo de instrumento. En nuestro caso trabajamos con niños entre 9 y 12 años, mientras que los estudios citados utilizan grandes

muestras, que cubren un amplio rango de edades e incluyen sujetos adultos y de edades avanzadas (6-80 años, aproximadamente). Por otra parte, el instrumento mayoritariamente utilizado es el cuestionario (Newcombe y Ratcliff, 1973; Thompson y Marsh, 1976; Annett y Kilsaw 1984; Schachter, Ransil y Geschwind, 1987; Lansky, Feinstein y Peterson, 1988; Dellatolas et al., 1991; Connolly y Bishop, 1992), mientras que en nuestro estudio los sujetos deben realizar las actividades propuestas por el experimentador.

Sin embargo, aunque el tipo de muestra o de instrumento puede haber contribuido parcialmente a la diferencia de resultados que nos ocupa, consideramos que la principal explicación reside en la diferencia en los criterios utilizados para asignar a un sujeto a un grupo determinado. Tal y como hemos señalado en la introducción teórica, la preferencia manual es realmente un continuo desde una preferencia extrema derecha a una preferencia extrema izquierda. A la hora de agrupar los sujetos se utilizan criterios más o menos arbitrarios que permiten discretizar dicho continuo.

Los trabajos que obtienen un elevado porcentaje de sujetos con preferencia manual mixta utilizan criterios extremos, en el sentido de asignar a un sujeto al grupo de diestros o zurdos sólo cuando todas las actividades examinadas sean realizadas con la mano correspondiente (Newcombe y Ratcliff, 1973; Thompson y Marsh, 1976; Annett y Kilsaw 1984; Lansky, Feinstein y Peterson, 1988) o, a lo sumo, cuando se muestra no preferencia en tan sólo una de las tareas (Dellatolas et al., 1991). En nuestro caso, sin embargo, utilizamos un criterio menos restrictivo, ya que un sujeto puede ser asignado a un grupo de preferencia diestra o zurda si usa de forma consistente la misma mano en 8 de las 10 tareas

evaluadas, siempre y cuando esta asignación no sea cuestionada por su ejecución en las tareas complementarias. De esta forma evitábamos considerar tan sólo los sujetos que se sitúan en el extremo del continuo de preferencia, al mismo tiempo que asegurábamos un importante grado de consistencia de la misma.

Dadas estas diferencias en los criterios de asignación, el número de sujetos que pasaría a formar parte del grupo de preferencia mixta se ve incrementado en los estudios que utilizan el criterio extremo, en comparación con nuestro trabajo. De hecho, muchos de estos autores no consideran a éste como un único grupo, sino que lo subdividen en dos, diestros-mixtos y zurdos-mixtos (Lansky, Feinstein y Peterson, 1988; Dellatolas et al., 1991), o en varios subgrupos (Annett y Kilsaw, 1984).

La comparación de las distribuciones obtenidas en función del tipo de criterio, sugiere que, dado que no existen diferencias importantes en el porcentaje de diestros, la mayor parte de los sujetos incluidos en el grupo de preferencia mixta al utilizar criterios extremos de clasificación, pasarían al grupo de preferencia izquierda al usar criterios menos restrictivos. Una posible razón de este hecho reside en que es relativamente frecuente que un sujeto con tendencia izquierda utilice la mano derecha para la escritura, con lo cual sería incluido en el grupo mixto, mientras que es muy infrecuente que un sujetos diestros o con tendencia diestra utilice la mano izquierda para escribir o dibujar (Salmaso y Longoni, 1985; Dellatolas et al., 1991)

Finalmente, señalar que no hemos observado diferencias en la distribución de la preferencia manual entre varones y mujeres. Este resultado es coincidente con el obtenido en la mayor parte de los trabajos revisados (Newcombe y

Ratcliff, 1973; Salmaso y Longoni, 1985; Dellatolas et al., 1991; Connolly y Bishop, 1992; Dargent-Paré et al., 1992), aunque existen informes de una menor incidencia de la preferencia izquierda entre las mujeres (Oldfield, 1971; Thompson y Marsh, 1976; Lansky, Feinstein y Peterson, 1988). Las razones de estas diferencias en función del sexo no están claras, habiéndose esgrimido tanto factores artefactuales (Bryden, 1982) como constitucionales (Annett y Kilsaw, 1984). Sin embargo, dado que nuestro estudio se circunscribe a una población infantil, e incluye un rango de edades muy limitado, no creemos que debamos considerar la no obtención de diferencias como una evidencia decisiva a favor de su no existencia en la población general.

En conclusión, la distribución obtenida en la muestra inicial de esta primera fase de nuestro trabajo de investigación, se corresponde con la esperada en función de los estudios sobre distribución poblacional de la preferencia manual, aun cuando en nuestro trabajo no hemos utilizado las grandes muestras ni los sistemas de selección propios de los estudios poblacionales. Es precisamente esta distribución de los sujetos en los tres grupos de preferencia manual, con una representación de la preferencia izquierda relativamente escasa, lo que hizo necesario que seleccionásemos una muestra complementaria, de cara a aumentar el número de sujetos zurdos en las siguientes fases experimentales. A este respecto, comentar simplemente la necesidad de realizar exámenes rigurosos de la preferencia manual en cualquier estudio para el que esta variable sea relevante. En nuestro caso, sólo 46 sujetos de los 64 seleccionados en función del uso de la mano izquierda para la escritura, fueron asignados realmente al grupo de zurdos una vez examinados.



## **6.- SEGUNDA FASE:**

### **Lateralización Cerebral del Lenguaje**

Una vez obtenida la distribución de la muestra experimental en función de su preferencia manual, estudiamos la asimetría cerebral para el procesamiento del lenguaje de los sujetos analizados. Esto nos permitirá completar la asignación de los sujetos a los distintos grupos experimentales uniendo al criterio preferencia manual el de su lateralización funcional del lenguaje.

Como instrumento de investigación destinado al estudio de la asimetría cerebral para el lenguaje utilizamos la técnica de Tareas Concurrentes (TC). Esta técnica surge en el campo de la Psicología Cognitiva para el estudio de los procesos atencionales (Posner, 1982). El procedimiento básico consiste en contrastar la ejecución de un sujeto cuando realiza una tarea única (tarea primaria) con su ejecución cuando realiza dos tareas simultáneamente (tarea primaria más tarea secundaria).

La adaptación de la técnica de TC al campo de la asimetría cerebral se basa en la utilización de una tarea primaria de la que se conoce su lateralización, generalmente una tarea motora, y una tarea secundaria que, al ser realizada conjuntamente con la anterior, producirá un efecto de interferencia. En este sentido, el trabajo realizado por Kinsbourne y Cook (1971) puede ser considerado el primer acercamiento realizado con esta técnica al estudio de las diferencias hemisféricas. En dicho trabajo los autores encontraron que el habla interfería en mayor magnitud la ejecución de la mano derecha que la de la mano izquierda. Esto es, se producía una asimetría en la interferencia que se interpreta como resultado de la asimetría cerebral para los procesos implicados.

Dos ideas subyacen a la interpretación de la interferencia asimétrica entre dos tareas:

1º) Se asume, a partir de evidencias clínicas y experimentales, que los movimientos distales de las extremidades son controlados, a nivel cortical, por el hemisferio contralateral (v.g., Brinkman y Kuypers, 1972).

2º) Permaneciendo constantes otros factores, la interferencia entre dos actividades concurrentes será mayor cuando ambas estén controladas por el mismo hemisferio que cuando cada una sea controlada por un hemisferio diferente (v.g., Kinsbourne y Cook, 1971; Kinsbourne y Hicks, 1978).

Por lo tanto, una actividad para la cual el hemisferio especialista sea el izquierdo, interferirá en mayor medida la ejecución de la mano derecha. Y una actividad para la que el hemisferio especialista sea el derecho, interferirá más la ejecución de la mano izquierda. Esta última idea sobre la competencia intrahemisférica ha dado lugar, incluso, a la elaboración de un modelo conocido como el **Modelo de la Distancia Funcional** (Kinsbourne y Hicks, 1978).

Una revisión de la utilización de las tareas concurrentes para el estudio de la asimetría cerebral pone de manifiesto que la flexibilidad de esta técnica ha permitido el uso de una amplia gama de tareas, tanto verbales como no verbales. Así, por ejemplo, se han empleado: habla junto a balanceo de una anilla (Hicks, 1975; Johnson y Kozma, 1977); habla junto a seguimiento visomotor (Briggs, 1975); habla junto a **tapping** repetitivo o secuencial (Bowers, et al., 1978; Thornton y Peters, 1980; Dalby y Gibson, 1981; Hellige y Longstreth, 1981); habla junto a **tapping** con el puño (Lomas y Kimura, 1976; Lomas, 1980); habla junto a una tarea mecanográfica (Hicks et al., 1975; Hicks, et al., 1978;

Dalby, 1980); tarareo de una melodía junto a balanceo de una anilla (Johnson y Kozma, 1977); identificación de caras y formas junto a **tapping** (Piazza, 1977; McFarland y Ashton (1978b,c), solución de items de las **Matrices Progresivas de Raven** junto a **tapping** (Dalby, 1980; Dalby y Gibson, 1981); etc.

Con respecto a los resultados obtenidos, son numerosas las investigaciones que confirman los hallazgos pioneros de Kinsbourne y Cook (1971) en cuanto a la obtención de una mayor interferencia de las tareas verbales sobre la ejecución de la mano derecha (v.g., Piazza, 1977; Dalby y Gibson, 1981; Hellige y Longstreth, 1981; Hiscock, et al., 1985; Stellern, Collins y Bayne, 1987; Hatta y Ikeda, 1988; Lewis y Christiansen, 1989; McFarland, Ashton y Jeffery, 1989; McFarland, et al., 1989; Seth-Smith, Ashton y McFarland, 1989; Ashton y McFarland, 1991). Sin embargo, no todos los trabajos han obtenido una mayor interferencia sobre la mano derecha (Lomas y Kimura, 1976, Exp. 1 y 3; Peters, 1977; Wolf y Cohen, 1980; Hughes y Sussman, 1983).

Uno de los interrogantes que han surgido ante estos resultados discrepantes es el posible efecto de las demandas de la tarea verbal, en el sentido de que sea necesaria una tarea con vocalización abierta no siendo suficiente una tarea que no precise vocalización. De hecho, los resultados con tareas no vocálicas han sido mucho menos consistentes (Lomas y Kimura, 1976, Exp. 2 y 3; Johnson y Kozma, 1977). La comparación directa de los efectos de la interferencia de ambos tipos de tareas verbales muestra que la vocalización abierta favorece la asimetría de la interferencia, aunque no es imprescindible para que ésta se produzca (Hicks et al., 1975; Hellige y Longstreth, 1981).

Otros estudios se han centrado en contrastar los efectos de tareas verbales y no verbales sobre la ejecución concurrente. Los resultados más usuales muestran que la actividad verbal interrumpe a la mano derecha más que a la izquierda, mientras que la no verbal afecta a cualquier mano por igual o especialmente a la izquierda. Así, por ejemplo Piazza (1977); McFarland y Ashton (1978b,c) y Dalby (1980) encuentran mayor afectación de la mano izquierda. En otras investigaciones, sin embargo, se ha obtenido la misma interferencia en ambas manos (Bowers et al., 1978; McFarland y Ashton, 1978a).

A partir de los resultados comentados podemos concluir que, si bien se ha acumulado considerable evidencia a favor de que las tareas verbales interfieren especialmente la ejecución concurrente de la mano derecha, los trabajos sobre tareas no verbales y afectación de la ejecución de la mano izquierda son mucho menos concluyentes.

A pesar de su aparente sencillez, las Tareas Concurrentes encierran una importante complejidad producto de las asunciones inherentes a la propia técnica (Navon y Gopher, 1979) y, especialmente, de la imposibilidad de medir directamente los recursos de procesamiento (Hiscock, 1986). Aunque la mayoría de los problemas de esta técnica sólo afectan a la utilización de este paradigma para el estudio de las demandas de recursos de diferentes tareas cognitivas, algunos son de considerable relevancia en el estudio de la asimetría de las interferencias, especialmente cuando se compara la asimetría producida por tareas diversas como, por ejemplo, verbal frente a no-verbal (Kinsbourne y Hiscock, 1983).

A continuación recogeremos los principales aspectos que, según aporta Hiscock (1986) tras una minuciosa revisión del tema, deben ser tomados en consideración:

### **1) Diseños y análisis incompletos**

*En todo diseño debe evaluarse, como mínimo, la ejecución en la tarea manual y no manual y, a su vez, cada una de ellas en las condiciones de tarea simple y concurrentemente. Si esto no es así, los resultados serán ambiguos y difíciles de interpretar o, cuando menos, se habrán perdido datos potencialmente informativos.*

### **2) Medida de la interferencia**

*En la selección de las tareas, es necesario tener en cuenta que sean fácilmente cuantificables y, por otro lado, que no sean tan fáciles que la ejecución sea casi perfecta, incluso en la condición de concurrencia. Además, no es recomendable usar tareas cuyo rendimiento se exprese sólo en niveles dicotómicos correspondientes a acierto o error (por ejemplo, los items de las **Matrices Progresivas de Raven**), o tareas multidimensionales, donde hay que calcular distintos índices que pueden llevar a conclusiones discrepantes.*

### **3) Medida de la asimetría**

*Dado que la ejecución en la tarea simple con la mano derecha no es igual a la ejecución con la mano izquierda, es necesario utilizar medidas de interferencia proporcionales más que absolutas.*

#### **4) Presencia de interferencia generalizada**

*En la mayoría de los casos, la interferencia lateralizada se mezcla con la interferencia generalizada. El habla, por ejemplo, interrumpe la ejecución de las dos manos, aunque su efecto sea mayor sobre la derecha. El análisis realizado debe permitirnos averiguar si existe interferencia lateralizada, es decir, si la interferencia es mayor para una mano que para otra.*

#### **5) Dificultad de la tarea**

*Algunos resultados sugieren que las asimetrías aumentan con el aumento de la dificultad de una u otra tarea, otros sugieren que la asimetría disminuye y otros que no cambia. Hasta no comprender mejor los efectos de la dificultad de la tarea, no debe concluirse que una tarea no tiene efecto lateralizado en ejecución normal si la tarea ha sido medida a un sólo nivel de dificultad.*

#### **6) Énfasis en la tarea y transitividad de interferencia**

*Independientemente del modelo aplicado en tareas concurrentes, la interferencia, potencialmente, ocurre en ambas direcciones (por ejemplo de manual a no manual y viceversa). Esta interferencia de la tarea manual sobre la no manual no siempre se encuentra. La explicación más simple dada a esta ausencia de interferencia en la dirección manual sobre no manual es que el sujeto tiende a "proteger" la ejecución en la tarea no manual (Hiscock y Kinsbourne, 1980). En cualquier caso es necesario medir la ejecución en ambas tareas.*

**7) Restricciones de fiabilidad**

*Para obtener una mejor fiabilidad es conveniente utilizar medidas repetidas de la ejecución. Sin embargo, esto presenta problemas de orden práctico dadas la numerosas condiciones que requieren los diseños con tareas concurrentes.*

**8) Efecto del orden**

*Puesto que puede haber efectos de práctica y/o de fatiga, estos pueden llevar a un efecto del orden en que las condiciones sean medidas. Los efectos de orden pueden ser minimizados haciendo el experimento en sesiones separadas, contrabalanceando las condiciones experimentales, etc.*

**9) Comparación de tareas diferentes**

*Si las tareas secundarias son ampliamente distintas en contenido, nivel de dificultad, etc., el hecho de que surjan distintos patrones de interferencia en cada una de ellas es difícil de interpretar.*

Cuando se utiliza la técnica de TC para el estudio de la asimetría cerebral, el principal problema reside en la imposibilidad práctica de contemplar en un mismo experimento todos y cada uno de los factores mencionados por el gran número de condiciones experimentales resultantes. Así, por ejemplo, incluir el estudio de la dificultad de la tarea, la priorización o énfasis, supone aumentar el número de ensayos considerablemente, con los consiguientes efectos de práctica/fatiga.



En nuestro caso, el objetivo central no es el estudio del efecto de estos factores ni profundizar en la naturaleza de la especialización hemisférica a partir de esta técnica. Por tanto, debemos tomar en consideración estos aspectos en la medida que nos permitan diseñar un procedimiento adecuado para obtener un índice de la lateralización cerebral del lenguaje. En cualquier caso, analizaremos algunos de estos factores, dada su relevancia metodológica y sus implicaciones para el uso general de esta técnica en el campo de la asimetría cerebral.

### 6.1.- OBJETIVOS

Los objetivos planteados en este estudio fueron:

- 1) Obtención de un índice individual de lateralización cerebral del lenguaje.
- 2) Comprobación del grado de validez obtenido con el procedimiento de tareas concurrentes utilizado.

Siguiendo la metodología típica de este tipo de trabajos, la consecución de los objetivos propuestos implica dar respuesta a las siguientes cuestiones:

**1) Efecto de la práctica.** Esto es, comprobar si la puntuación obtenida por los sujetos cuando realizan la tarea motora por segunda vez difiere significativamente de la puntuación obtenida en el primer ensayo.

**2) Generación de interferencias.** Esto incluye:

**A) Comprobación de la presencia de interferencia:** nos interesa verificar en qué medida el procedimiento de tareas concurrentes desarrollado genera las interferencias en el **tapping** propias de este tipo de diseños experimentales.

**B) Análisis de la línea base:** comprobar si las puntuaciones obtenidas por los sujetos en la realización del **tapping** simple difiere para cada mano, lo que nos plantearía la necesidad de obtener un índice de interferencia.

**C) Análisis de las interferencias:** distribución de los sujetos según los índices de interferencia, esto es, en función de si experimentaron efecto de interferencia, facilitación, o ausencia de efecto.

**3) Asimetría de las interferencias.** Comprobaremos si la interferencia sufrida por los sujetos en la realización concurrente de dos tareas difiere en función de la mano que ejecuta el **tapping**.

**4) Estudio de la tarea verbal.** En último término, estudiaremos la influencia del **tapping** sobre la ejecución de la tarea verbal.

## 6.2.- MÉTODO

### 6.2.1.- Sujetos

Utilizamos como sujetos los 264 alumnos clasificados, en la fase anterior, según su preferencia manual. Recuérdese que 175 eran varones y 89 mujeres. De ellos, 154 eran diestros, 77 eran zurdos y 33 mostraron preferencia manual mixta.

En la tabla 6.1 se recoge la clasificación de la muestra experimental según las variables Sexo, Edad y Preferencia Manual.

**Tabla 6.1. Clasificación de la muestra experimental**

EDAD	VARONES			MUJERES			TOTAL
	D	Z	M	D	Z	M	
9 AÑOS	24	19	5	11	13	3	75
10 AÑOS	46	14	10	26	9	3	108
11 AÑOS	23	11	5	8	1	3	51
12 AÑOS	11	4	3	5	6	1	30
TOTAL	104	48	23	50	29	10	264

NOTA: D=diestros; Z=zurdos; M=mixtos

### 6.2.2.- Instrumentos

Los instrumentos utilizados en esta investigación pueden agruparse según la función desempeñada:

**A) Instrumentos para la fase experimental:**

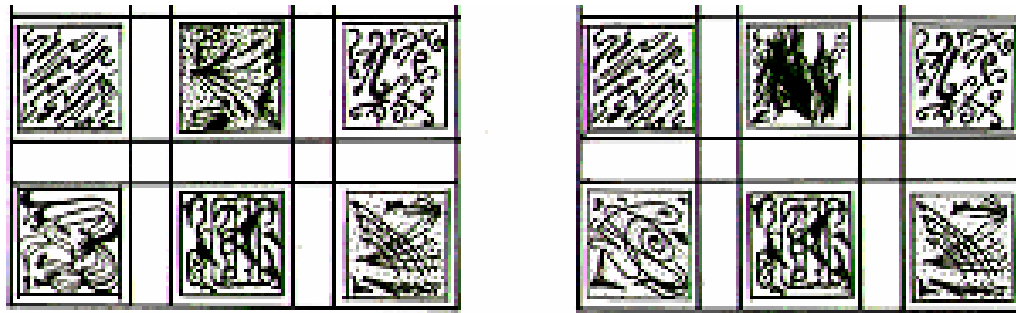
- Estímulos.
- Ordenador **IBM PC**.
- Cronómetro **CASIO HS-20**.

La tarea primaria que los sujetos debían realizar era una tarea motora de **tapping**, mientras que las tareas secundarias eran de tipo verbal o espacial. En concreto, las tareas y los estímulos correspondientes eran los siguientes:

A) **Tarea Motora (tapping):** presionar alternativamente dos teclas con los dedos índice y corazón de cualquiera de las dos manos. El **tapping** se realizaba sobre un teclado de ordenador utilizando las teclas correspondientes a los números 4 y 5 del **Keypad**, permaneciendo el resto del teclado oculto mediante una funda. El teclado del ordenador se desplazaba en cada condición experimental de tal modo que siempre la localización del **Keypad** fuese ipsilateral a la mano con la cual se realizaba el **tapping**. El monitor del ordenador estaba dispuesto de forma que el sujeto no podía ver la pantalla.

B) **Tarea Verbal:** consistió en la repetición en voz alta de un bloque de cuatro palabras estímulo. Elegimos nombres de animales por paralelismo con otros trabajos que habían utilizado con éxito este tipo de estímulos para la producción de interferencias (v.g. Kinsbourne y McMurray, 1975; Hiscock y Kinsbourne, 1978; Dalby y Gibson, 1981). Seleccionamos los siguientes nombres familiares: **PERRO, VACA, CABALLO y CONEJO**.

C) **Tarea Espacial:** Para evitar una activación generalizada del hemisferio responsable del lenguaje que pueda contaminar los resultados obtenidos, se utilizó como tarea complementaria una tarea espacial. Se emplearon seis tarjetas, cada una de ellas formada por dos matrices de nueve dibujos (3 x 3) (ver figura 6.1).



**Figura 6.1. Ejemplo de estímulos utilizados en la tarea espacial**

Como se puede observar, los dibujos representaban diseños abstractos sin posibilidad de etiquetado verbal. La segunda matriz de cada tarjeta contenía cinco de los nueve dibujos presentes en la primera matriz y cuatro 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. Al finalizar el ensayo, se ocultaba la primera de ellas, con la instrucción de que señalaran los dibujos del segundo bloque que estaban ausentes en la primera matriz.

El tiempo de ejecución de cada condición experimental era de diez segundos, utilizándose un cronómetro para su control. La realización de cada condición experimental se iniciaba y finalizaba con una orden específica por parte del experimentador.

#### **B) Instrumentos para la medida de la variable dependiente.**

- **Ordenador:** las respuestas de **tapping** del sujeto se contabilizaban como el número de secuencias realizadas correctamente en el **Keypad**, quedando registradas en el propio ordenador.
  
- **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 consideró como una respuesta.
  
- **Hojas de respuesta:** las identificaciones correctas dadas en la tarea espacial eran registradas por el experimentador en una hoja de respuesta diseñada para tal fin.

#### **6.2.3.- Condiciones experimentales**

Cada sujeto tenía que realizar ocho condiciones experimentales. En cuatro de ellas los sujetos ejecutaban 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.

SE: Tarea espacial.

En las cuatro condiciones restantes, identificadas mediante la inicial "C", se combina 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 la tarea espacial.

CIV: **Tapping** con la mano izquierda y tarea verbal.

CDV: **Tapping** con la mano derecha y tarea verbal.

CIE: **Tapping** con la mano izquierda y tarea espacial.

CDE: **Tapping** con la mano derecha y tarea espacial.

#### 6.2.4.- Variables controladas

Además de las variables controladas en la fase anterior, en este caso fueron controladas las siguientes:

- **Efecto de la práctica:** fue controlado mediante la introducción de dos ensayos previos, en cada una de las tareas, para que los sujetos se familiarizaran con éstas. En el caso de la tarea de **tapping** pedimos a los sujetos que la realizaran dos veces con cada mano. Además, durante la realización de la fase experimental, los sujetos debían realizar dos ensayos de cada condición experimental.

- **Secuencia de ensayos:** Los sujetos empezaban siempre la secuencia experimental con una tarea simple y continuaban alternando tarea simple con concurrente. Al mismo tiempo, se alternaba el uso de ambas manos. Además, para controlar un posible efecto debido al comienzo de la prueba con una u otra mano, se dividió la muestra en dos grupos, de forma que la mitad de los sujetos comenzara con la mano derecha y la otra mitad con la mano izquierda. De este modo se elaboraron dos secuencias de ensayos experimentales:

**GRUPO 1:**

**Primer ensayo:** SI CDV SE CIV SD CIE SV CDE

**Segundo ensayo:** SI CDV SE CIV SD CIE SV CDE

**GRUPO 2:**

**Primer ensayo:** SD CIV SE CDV SI CDE SV CIE

**Segundo ensayo:** SD CIV SE CDV SI CDE SV CIE

- **Activación del hemisferio verbal:** Dado que la tarea cognitiva era verbal, para evitar una sobreactivación del hemisferio especialista para el lenguaje que pudiera contaminar la ejecución general (Kinsbourne, 1978), introdujimos la tarea espacial descrita.

**6.2.5.- Procedimiento**

Cada sujeto fue evaluado de forma individual durante 30 minutos. Una vez seleccionados según las variables de control relativas a los mismos, se les asignaba aleatoriamente a una de las dos secuencias experimentales.



El desarrollo de las sesiones experimentales se ajustó a las siguientes pautas:

- 1.- Recepción e identificación del sujeto.
- 2.- Presentación de las instrucciones y ejemplos.
- 3.- Ensayos ejemplo y verificación de la comprensión de las instrucciones. Repetición de las instrucciones si era necesario.
- 4.- Presentación de las 16 condiciones experimentales en la secuencia correspondiente.
- 5.- Antes de la realización de las distintas condiciones experimentales, el experimentador insistían a los sujetos en:
  - A) La necesidad de realizar el **tapping** tan rápido como fuese posible.
  - B) La importancia de mantener la mirada dirigida al frente.
  - C) Además, les recordaba la secuencia de animales o la tarea espacial.
- 6.- Fin de la sesión experimental.

Considerando que era la primera ocasión en que utilizábamos la técnica de tareas concurrentes para realizar estudios de asimetría cerebral, nos planteamos poner a prueba, en un estudio piloto, cada una de las tareas que formarían parte del diseño experimental definitivo. Concretamente, nos interesó comprobar si la tarea verbal elegida era adecuada para generar interferencias en la ejecución del **tapping**. Era importante considerar este aspecto, ya que corríamos el riesgo de estar trabajando con un material que no fuese capaz de producir interferencias.

La muestra utilizada estuvo formada por 50 niños, la mitad de cada sexo. Todos eran diestros, según su puntuación en el test de **Dominancia Lateral de Harris** administrado y estudiantes de 4º curso de Educación General Básica. La media de edad cronológica fue de 9,7 años para los niños y de 9,6 años para las niñas. Ningún sujeto perteneciente a esta muestra piloto participó en el diseño experimental definitivo.

Los resultados encontrados reflejaron que, en el 70% de los sujetos, el hecho de repetir los nombres de los animales afectó más la ejecución del **tapping** con la mano derecha que con la mano izquierda. A partir de estos resultados concluimos que la tarea verbal utilizada era adecuada para interferir el **tapping**.

### 6.3.- RESULTADOS

En este apartado, presentaremos los principales resultados obtenidos en nuestra investigación, dando respuesta a las cuestiones planteadas en la introducción a esta fase experimental. En primer lugar, describiremos los análisis realizados para comprobar si existe algún efecto de la práctica sobre el **tapping** en cada una de las tareas, así como para comprobar si este efecto está modulado por el sexo de los sujetos o por su preferencia manual. En segundo lugar, se analiza el efecto de la realización conjunta de las dos tareas y la efectividad de la técnica de tareas concurrentes como procedimiento para generar interferencias. En tercer lugar, se analiza la existencia o no de asimetría en la interferencia encontrada. Además, se obtienen índices de lateralización individual a partir de los resultados en la tarea de **tapping** cuando se realizó concurrentemente la tarea verbal, esto es, índices que nos permitan distribuir a

los sujetos en grupos con lateralización izquierda o derecha del lenguaje. Por último, presentamos los resultados obtenidos por los sujetos en la realización de la tarea verbal.

Los datos encontrados se analizaron mediante el Análisis Múltiple de la Varianza (MANOVA). Así mismo, las interacciones y demás efectos se analizaron mediante el Contraste de Efectos Simples. Por último, la distribución de los sujetos en las distintas variables medidas fue analizada mediante la Prueba de Independencia de Variables según el estadístico  $X^2$  (Chi- Cuadrado) y la prueba de Contraste de Proporciones. Todas estas pruebas estadísticas fueron ejecutadas mediante al paquete estadístico **SPSS/PC+**.

### **6.3.1.- Análisis de la tarea motora (tapping)**

#### **6.3.1.1.- Efecto de la práctica**

Para analizar el efecto de la práctica realizamos, para cada tarea, un MANOVA con la variable Ensayo como factor intragrupo y con las variables Sexo, y Preferencia Manual como factores intergrupo.

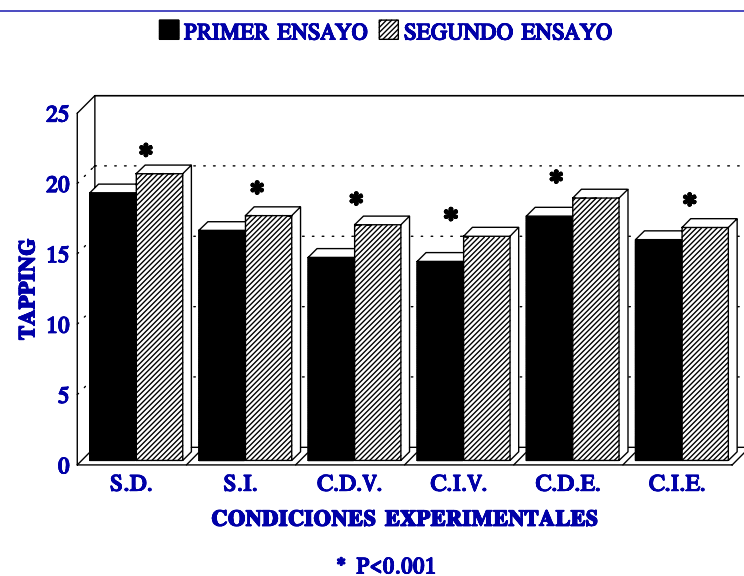
En la tabla **6.2** se recogen las medias, desviaciones típicas, valor del estadístico F y nivel de significación obtenido para los contrastes entre el primer y segundo ensayo en cada una de las condiciones experimentales.

**Tabla 6.2 Efecto de la práctica.**  
**(V.D. = Tapping). g.l. = (1,258)**

	PRIMER ENSAYO		SEGUNDO ENSAYO		F	P <
	x	Sx	x	Sx		
S.D.	19.03	7.02	20.39	7.58	18.45	0.001
S.I.	16.36	6.30	17.42	6.42	14.55	0.001
C.D.V.	14.45	6.19	16.76	7.29	34.53	0.001
C.I.V.	14.16	5.99	15.96	6.23	32.20	0.001
C.D.E.	17.38	7.49	18.66	7.84	14.36	0.001
C.I.E.	15.71	6.54	16.57	6.68	15.29	0.001

Como puede observarse, en las seis condiciones experimentales examinadas el rendimiento de los sujetos en la tarea motora es siempre superior la segunda vez que se realiza. Además, para el caso específico del **tapping** con la mano derecha (SD), junto al efecto significativo encontrado para el factor Ensayo, se obtuvo la significación para el factor Preferencia Manual [ $F_{(2,258)} = 5.08$ ,  $p < 0.01$ ]. Realizado un Contraste de Efectos Simples para este factor se comprueba que, en esta condición, la ejecución media de los sujetos diestros ( $SD = 20.77$ ,  $Sx = 7.06$ ) en el **tapping** es mejor que la de los zurdos ( $SD = 17.86$ ,  $Sx = 6.76$ ) [ $F_{(2,258)} = 9.07$ ,  $p < 0.005$ ] y similar a la de los de preferencia mixta ( $SD = 19.05$ ,  $Sx = 6.73$ ).

En la figura 6.2 se recoge la representación gráfica de los resultados obtenidos para todas las condiciones experimentales.

**EFFECTO DE LA PRACTICA**

**Figura 6.2. Efecto de la práctica**

Dados los resultados obtenidos, en los análisis posteriores utilizaremos la media de los dos ensayos para cada tipo de tarea, ya que recoge mejor el rendimiento real experimentado por los sujetos en la realización de las distintas tareas.

#### 6.3.1.2.- Presencia de interferencia.

En este punto, nos interesó comprobar si la realización concurrente de una tarea cognitiva interfería la realización del **tapping**. Para ello, realizamos un MANOVA para cada tarea y para cada mano, con las variables Preferencia Manual y Sexo como factores intergrupo y con la variable Condición (Simple versus Concurrente) como factor intragrupo. Esto es, contrastábamos el rendimiento de los sujetos en la tarea motora simple frente al rendimiento experimentado en la tarea motora cuando realizaban concurrentemente una tarea

verbal o una tarea espacial. Los resultados encontrados están recogidos en la tabla 6.3 y la representación gráfica de los mismos se recoge en la figura 6.3.

**Tabla 6.3. Comparación tarea simple versus concurrente.**

**(V.D. = Tapping) g.l. = (1,258)**

	x	Sx	F	P<
S.D.	19,644	6.940	152,1	0.001
C.D.V.	15,300	6.040		
S.D.	19,644	6.940	43.92	0.001
C.D.E.	17.864	7.292		
S.I.	16.816	6.053	72.05	0.001
C.I.V.	14.848	5.678		
S.I.	16.816	6.053	16.53	0.001
C.I.E.	15.992	6.369		

Como puede observarse, en los cuatro contrastes realizados, el factor Condición resultó siempre significativo. Es decir, la realización concurrente de las tareas cognitivas utilizadas, interfirió la ejecución de los sujetos en el **tapping** independientemente de la mano empleada para realizar éste.

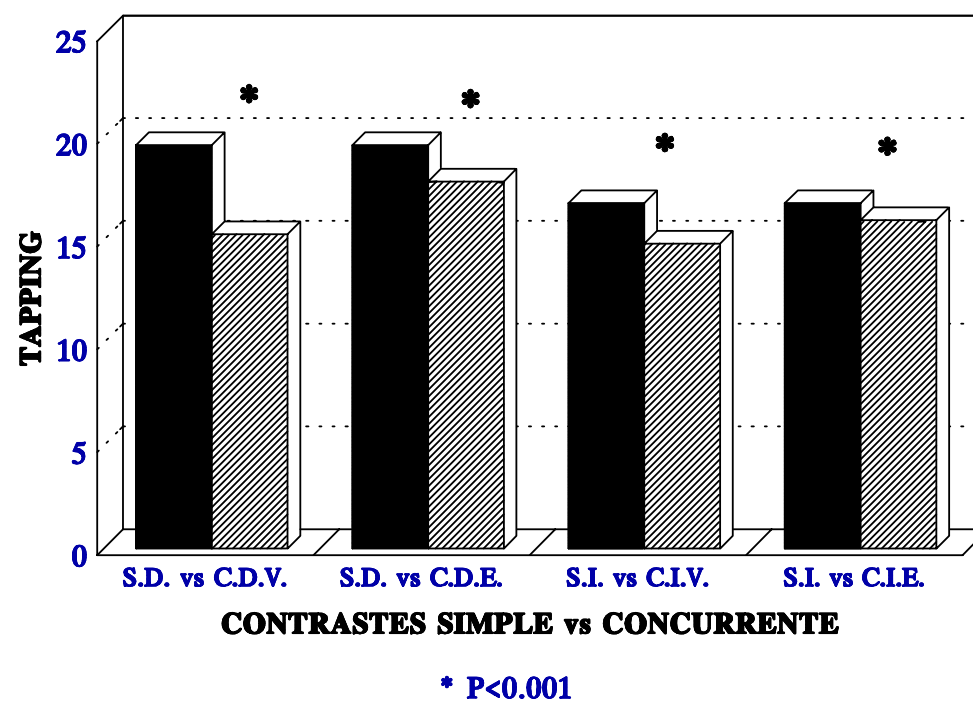
**INTERFERENCIA EN LAS TAREAS CONCURRENTES**

Figura 6.3. Interferencia de las tareas concurrentes

**6.3.1.3.- Análisis línea base**

Recuérdese que mediante esta técnica se pretende obtener un efecto diferencial de la tarea verbal sobre el **tapping** realizado con cada mano. Este efecto diferencial podría calcularse contrastando el decremento sufrido en CDV con el sufrido en CIV. Sin embargo, este contraste sólo sería válido si no existieran diferencias previas en la tarea motora entre ambas manos motivadas por la preferencia manual de los sujetos.

Para comprobar si la línea base coincidía en ambas manos, analizamos el **tapping** simple de cada una mediante un MANOVA (Sexo x Preferencia Manual x Mano). Se obtuvo un efecto significativo para el factor Mano [ $F_{(1,258)} =$

51.31,  $p < 0.001$ ], siendo el rendimiento de la mano derecha superior al de la izquierda, y para la interacción Mano x Preferencia Manual [ $F_{(2,258)} = 13.84$ ,  $p < 0.001$ ]. Analizando esta interacción, mediante un análisis de Contrastes de Efectos Simples se comprueba que, en los sujetos diestros, la ejecución del **tapping** con la mano derecha fue superior al realizado con la mano izquierda [ $F_{(1,258)} = 143,47$ ,  $p < 0.001$ ]. Para los sujetos con preferencia manual mixta los resultados van en la misma línea, esto es, la mano derecha ejecuta mejor el **tapping** que la mano izquierda [ $F_{(1,258)} = 12,38$ ,  $p < 0.005$ ]. Sin embargo, en los sujetos zurdos, las puntuaciones obtenidas por la mano izquierda y por la mano derecha no difieren significativamente (ver tabla 6.4 y figura 6.4).

**Tabla 6.4. Análisis de la línea base.**

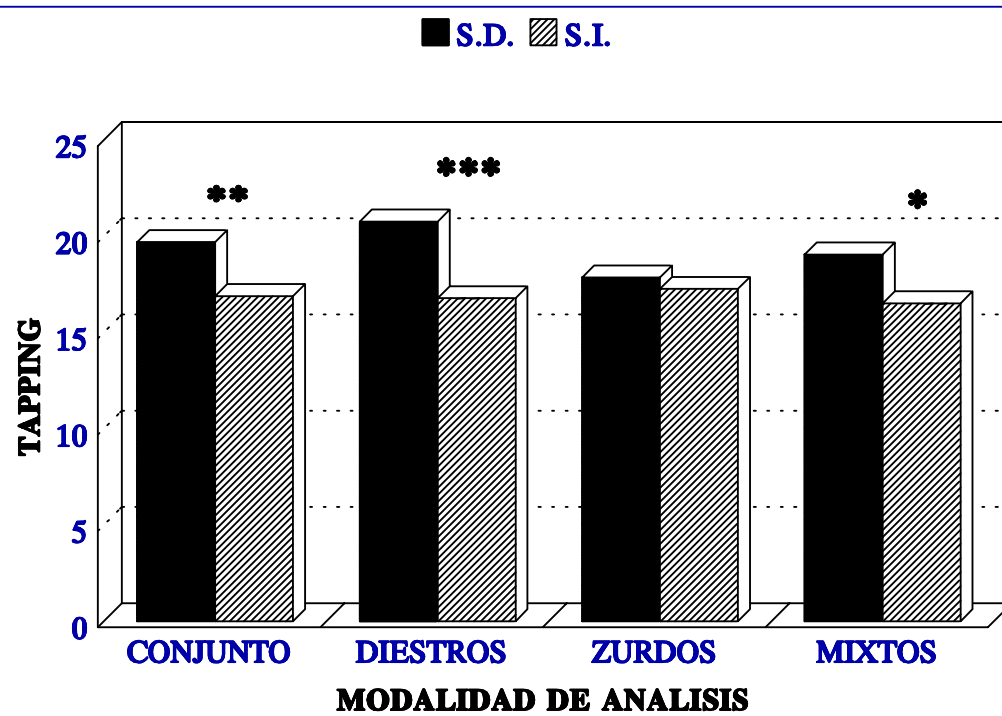
**(V.D. = Tapping). g.l. = (1,258)**

	S.D.		S.I.		F	P <
	x	Sx	x	Sx		
CONJUNTO	19.70	7.03	16.89	6.13	51.31	0.001
DIESTROS	20.77	7.06	16.79	5.72	143,5	0.001
ZURDOS	17.86	6.76	17.27	6.79	1,54	N.S.
MIXTOS	19.05	6.73	16.52	6.53	12,38	0.005

Los resultados encontrados, ponen de manifiesto que las puntuaciones obtenidas por los sujetos en la realización del **tapping** están fuertemente relacionadas con su preferencia manual. De ello se desprende que la interferencia sufrida en la ejecución del **tapping**, cuando se realiza simultáneamente la tarea cognitiva, debe estar referida a la ejecución previa de cada mano cuando se ejecuta el **tapping** simple, esto es, a su línea base.



## LINEA BASE



\* P<0.005; \*\* P<0.001; \*\*\* P<0.0001

Figura 6.4. Análisis de la línea base.

El nivel de interferencia se calculó aplicando la fórmula propuesta inicialmente por Hiscock y Kinsbourne (1978) y generalmente utilizada en este tipo de estudios (White y Kinsbourne, 1980; Hellige y Longstreth, 1981; Simon y Sussman, 1987; etc.). Esta fórmula es la siguiente:

$$\text{INTERFERENCIA} = \frac{\text{tapping línea base} - \text{tapping concurrente}}{\text{tapping línea base}} \times 100$$

En nuestro estudio, las puntuaciones de cada sujeto se convirtieron en dos índices de interferencia en función de la mano de referencia (IDV, IIV). Así, por ejemplo, en la fórmula recogida a continuación, IDV expresa la interferencia sufrida por la mano derecha en el **tapping** al realizar simultáneamente la tarea verbal con respecto a su ejecución simple.

$$\text{IDV} = (\text{SD}-\text{CDV}/\text{SD})\times 100$$

#### **6.3.1.4.- Análisis de los índices de interferencia.**

Una vez obtenidos los índices de interferencia, pasamos a verificar la incidencia individual del efecto de interferencia observado para el grupo en general, esto es, comprobar el porcentaje de sujetos que en cada caso han experimentado efecto de interferencia, facilitación o ningún efecto.

##### **A) Interferencia Derecha Verbal (IDV)**

En el 86.4% (N= 228) de los sujetos la realización concurrente de una tarea verbal significó un decremento en la ejecución del **tapping** con su mano derecha (IDV > 0). El 9.5% (N= 25) experimentó facilitación (IDV < 0) y en el 4.2% (N= 11) la presencia de una tarea simultánea no afectó a su rendimiento en la tarea motora (IDV = 0). Desglosando los resultados en función de las variables Preferencia Manual y Sexo se aprecia la distribución recogida en la tabla **6.5**.

**Tabla 6.5. Interferencia derecha verbal (IDV).**

	INTERFERENCIA IDV > 0		FACILITACION IDV < 0		NO-EFECTO IDV = 0		TOTAL
	%	N	%	N	%	N	
VARONES	87.4	152	8.6	15	4.0	7	175
MUJERES	84.3	75	12.2	10	4.5	4	89
DIESTROS	89	137	5.84	9	5.19	8	154
ZURDOS	84.41	65	14.28	11	1.29	1	77
MIXTOS	78.8	26	15,2	5	6,1	2	33

Realizamos una prueba de Independencia de Variables mediante el estadístico  $X^2$  (Chi-Cuadrado) para las variables IDV y para la variable Sexo. Los resultados muestran que IDV y Sexo son independientes [ $X^2_{(2)} = 0.5450$ ,  $p = n.s.$ ]. Utilizamos la misma prueba para contrastar las variables IDV y Preferencia Manual. Tampoco se encontró relación entre IDV y Preferencia Manual [ $X^2_{(4)} = 7.7168$ ,  $p = n.s.$ ]. Es decir, la distribución de los sujetos en la variable Interferencia Derecha Verbal no está modulada por su Sexo ni por su Preferencia Manual.

#### **B) Interferencia Izquierda Verbal (IIV)**

La distribución de los sujetos en este índice fue la siguiente: el 74% (N= 195) mostró interferencia; el 19% (N= 50), experimentó facilitación y el 7% (N=19) no mostró efecto. Desglosando los resultados en función de las variables en estudio, se aprecia la distribución recogida en la tabla 6.6.

**Tabla 6.6. Interferencia izquierda verbal (IIV).**

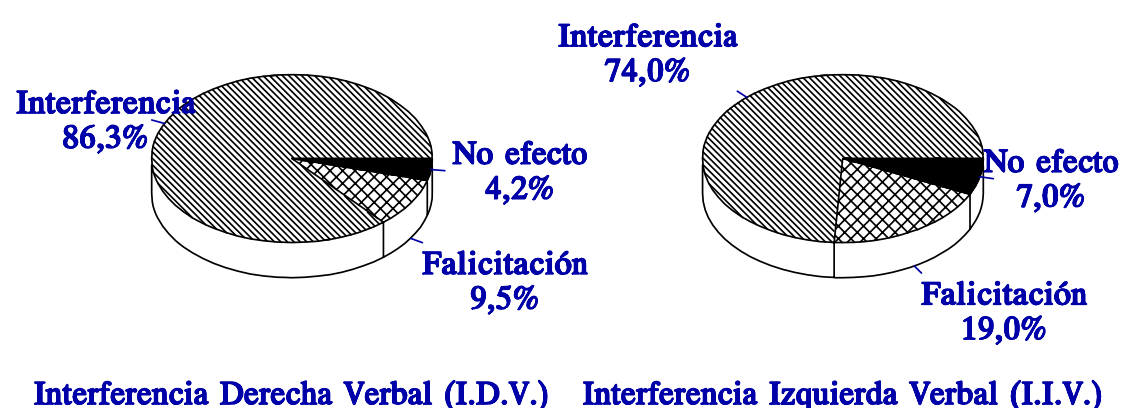
	INTERFERENCIA IIV > 0		FACILITACION IIV < 0		NO-EFECTO IIV = 0		TOTAL
	%	N	%	N	%	N	
VARONES	74.9	131	20	35	5.1	9	175
MUJERES	71.9	64	16.9	15	11.2	10	89
DIESTROS	72.8	112	20.8	32	6.5	10	154
ZURDOS	76.6	59	15.6	12	7.8	6	77
MIXTOS	72.7	24	18.2	6	9.1	3	33

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Independencia de Variables según  $X^2$  (Chi-Cuadrado) muestran que la distribución de los sujetos en IIV es independiente del Sexo y de su Preferencia Manual [ $X^2_{(2)} = 3.4210$ ,  $p = n.s.$  y  $X^2_{(4)} = 1.1632$ ,  $p = n.s.$ , respectivamente].

En la figura 6.5 se recoge la representación gráfica del nivel de interferencia, facilitación y no-efecto obtenido en los índices de interferencia calculados.

Dado que el objetivo de nuestra investigación es estudiar la asimetría de las interferencias, en los siguientes análisis se eliminaron aquellos sujetos que habían experimentado un efecto facilitador y/o ausencia de efecto en ambas manos. Esto es, se eliminaban los sujetos en los cuales la concurrencia de tareas no suponía un decremento en ninguno de los casos.

## ANÁLISIS DE LOS INDICES DE INTERFERENCIA



**Figura 6.5. Índices de Interferencia**

### 6.3.1.5.- Análisis de la asimetría de las interferencias.

El número de sujetos que mostraron interferencia en la ejecución del **tapping** mientras concurrentemente realizaban la tarea verbal fue de 253; 169 varones y 84 mujeres. A partir de sus puntuaciones, para analizar la asimetría de estas interferencias, realizamos un MANOVA (2x3x2) con las variables Sexo y Preferencia Manual como factores intergrupo y con la variable Mano como factor intragrupo.

Los resultados obtenidos muestran una diferencia significativa para el factor Mano [ $F_{(1,247)} = 34.88$ ,  $p < 0.001$ ]. Es decir, la interferencia sufrida por los sujetos en la ejecución del **tapping** con su mano derecha fue significativamente mayor que la experimentada cuando realizaban el **tapping**

con la mano izquierda. También se obtuvo una significación para la interacción Preferencia Manual x Mano [ $F_{(2,247)} = 4.34$ ,  $p < 0.05$ ]. Analizando esta interacción, se observa que el efecto encontrado para el factor Mano se reproduce en los sujetos diestros [ $F_{(1,247)} = 70.45$ ,  $p < 0.001$ ] y en los sujetos con preferencia manual mixta [ $F_{(1,247)} = 8.84$ ,  $p < 0.005$ ], no registrándose en los sujetos zurdos [ $F_{(1,247)} = 2.88$ ,  $p = n.s.$ ] (Ver tabla 6.7 y figura 6.6).

**Tabla 6.7. Asimetría de la interferencia. g.l. = (1,247)**

	I.D.V.		I.I.V.		F	P <
	x	Sx	x	Sx		
CONJUNTO	20.79	16.39	10.88	14.84	34.9	0.001
DIESTROS	23.20	16.17	10.33	15.26	70,4	0.001
ZURDOS	15.90	15.78	12.17	15.49	2,88	N.S.
MIXTOS	20.65	16.81	10.45	10.83	8,84	0.005

De la descripción de resultados realizada, se desprende que, la tarea verbal tuvo una influencia asimétrica sobre la realización del tapping, esto es, la interferencia que produce depende de la mano que ejecute éste. Sólo en el grupo de los sujetos zurdos el contraste IDV - IIV no alcanza valor significativo.

## ASIMETRIA DE LA INTERFERENCIA

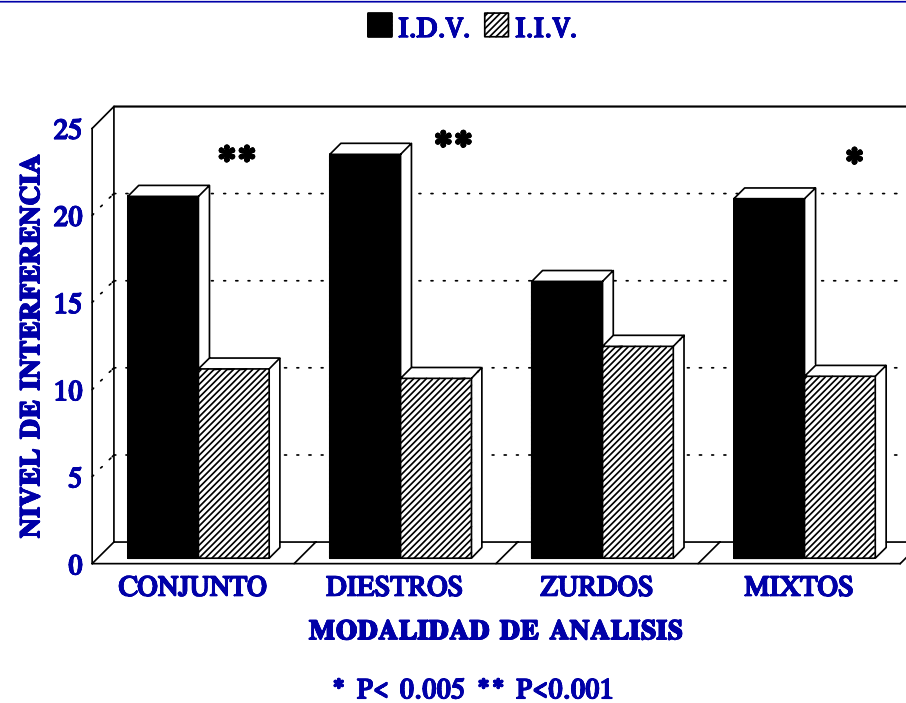


Figura 6.6. Asimetría de la interferencia

### 6.3.2.- Análisis de la tarea verbal

Aunque no está generalizado el estudio del efecto del **tapping** sobre las tareas cognitivas, hemos considerado conveniente incluir el análisis de la tarea verbal ya que nos puede suministrar información complementaria. Siguiendo el esquema de exposición utilizado, analizaremos en primer lugar el efecto de la práctica experimentado por los sujetos y, en segundo término, las interferencias obtenidas.

#### 6.3.2.1.- Efecto de la práctica

Realizamos un MANOVA (2x3x2), para cada condición experimental, con las variables Sexo y Preferencia Manual como factores intergrupo y con la variable Ensayo como factor intragrupo. Los resultados reflejan que, tanto si la

tarea verbal se ejecutaba sola, como si se realizaba concurrentemente al **tapping** de la mano derecha o al **tapping** de la mano izquierda, siempre la puntuación obtenida por los sujetos en el segundo ensayo fue superior a la obtenida en el primer ensayo [ $F_{(1,247)} = 14.93$ ,  $p < 0.001$ ;  $F_{(1,247)} = 57.63$ ,  $p < 0.001$  y  $F_{(1,247)} = 20.75$ ,  $p < 0.001$ , respectivamente] (Ver tabla 6.8 y figura 6.7)

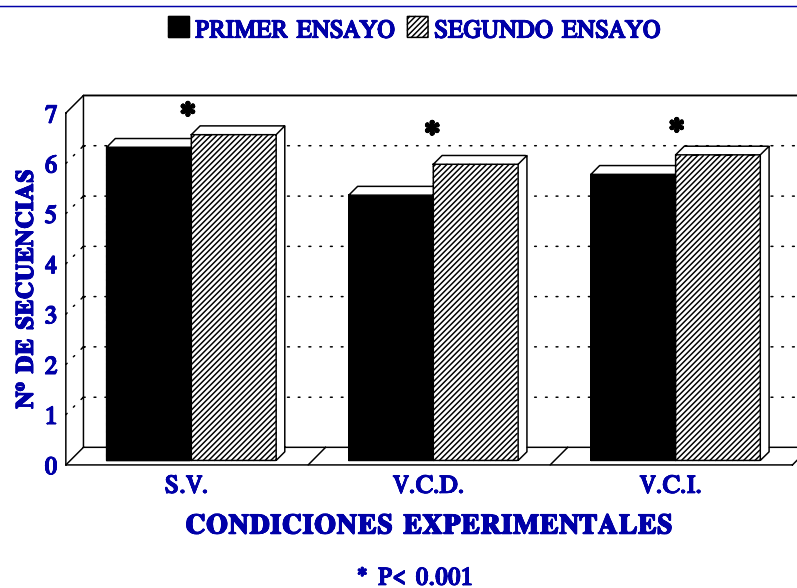
**Tabla 6.8. Efecto de la práctica. Tarea verbal.**

(V.D. = N° de secuencias). g.l. = (1,247).

	PRIMER ENSAYO		SEGUNDO ENSAYO		F	P <
	x	Sx	x	Sx		
S.V.	6.237	0.917	6.486	0.819	14.93	0.001
V.C.D.	5.285	1.083	5.897	0.929	57.63	0.001
V.C.I.	5.696	1.042	6.083	0.941	20.75	0.001

NOTA: S.V. = Tarea verbal simple; V.C.D. = Tarea verbal más tapping mano derecha; V.C.I. = Tarea verbal más tapping mano izquierda.

**EFFECTO DE LA PRACTICA**  
Tarea verbal



**Figura 6.7. Efecto de la práctica.**



### 6.3.2.2.- Análisis de la interferencia.

En este punto, nos interesó comprobar si la realización concurrente de una tarea motora interfería el rendimiento de los sujetos en la tarea verbal. Para comprobar esto, realizamos un MANOVA (2x3x2), para cada mano, con las variables Sexo y Preferencia Manual como factores intergrupo y con la variable Condición (Simple versus Concurrente) como factor intragrupo. Los resultados encontrados muestran una significación para el factor Condición. Es decir, la ejecución de los sujetos en la tarea verbal desciende tanto si el **tapping** se realiza con la mano derecha [ $F_{(1,247)} = 142.54, p < 0.0001$ ], como si se realiza con la mano izquierda [ $F_{(1,247)} = 53.79, p < 0.001$ ].

### 6.3.2.3.- Análisis de la asimetría de la interferencia

A continuación, analizamos la asimetría de la interferencia obtenida. Con este propósito, realizamos un MANOVA según el diseño 2x3x2 con las variables Sexo y Preferencia Manual como factores intergrupo y con la variable Condición (**tapping** mano derecha más tarea verbal frente a **tapping** mano izquierda más tarea verbal) como factor intragrupo. Los resultados encontrados reflejan una significación para el factor Condición. Esto es, la tarea verbal se vio más impedida cuando el **tapping** se realizaba con la mano derecha que cuando se ejecutaba con la mano izquierda [ $F_{(1,247)} = 44,46, p < 0.001$ ].

### 6.3.3.- Índice individualizado de lateralización cerebral del lenguaje.

Para cada sujeto se calculó un índice de lateralidad que recogía el decremento sufrido por cada mano en la tarea motora cuando se realizaba concurrentemente la tarea verbal. Por lo tanto, el índice utilizado expresaba la

asimetría de la interferencia verbal. Este índice, Diferencia de las interferencias Verbales (DV), se calculó mediante la fórmula:  $DV = IDV - IIV$

Los resultados encontrados muestran que, considerando a todos los sujetos como un sólo grupo, el porcentaje que presenta una mayor interferencia en la mano derecha ( $DV > 0$ ), indicativo de lateralización del lenguaje al hemisferio izquierdo, es del 68.4 % (N=173) mientras que los que tienen mayor interferencia con la mano izquierda ( $DV < 0$ ), lenguaje en el hemisferio derecho, es el 31.6% (N=80). Desglosando los resultados por las variables Sexo y Preferencia Manual, se observa lo recogido en la tabla 6.9.

**Tabla 6.9. Distribución de los sujetos en DV.**

	DV > 0		DV < 0		TOTAL
	%	N	%	N	
VARONES	67.5	114	32.5	55	169
MUJERES	70.2	59	29.8	25	84
DIESTROS	76	114	24	36	150
ZURDOS	54.8	40	45.2	33	73
MIXTOS	63.3	19	36.7	11	30

Llevamos a cabo un  $\chi^2$  (Chi-Cuadrado) de Independencia de Variables para las variables DV y Sexo. Los resultados muestran que DV y Sexo son independientes [ $\chi^2_{(1)} = 0.7606$ ,  $p = n.s.$ ]. Utilizamos la misma prueba para contrastar las variables DV y Preferencia Manual. En este caso, los resultados muestran, que ambas variables están relacionadas [ $\chi^2_{(2)} = 10.6128$ ,  $p < 0.01$ ]. Es decir, la distribución de los sujetos en la variable DV está condicionada por su Preferencia Manual.

En la figura 6.8 se representa la distribución de los sujetos en DV según su preferencia manual.

### DISTRIBUCION DE LOS SUJETOS EN DV

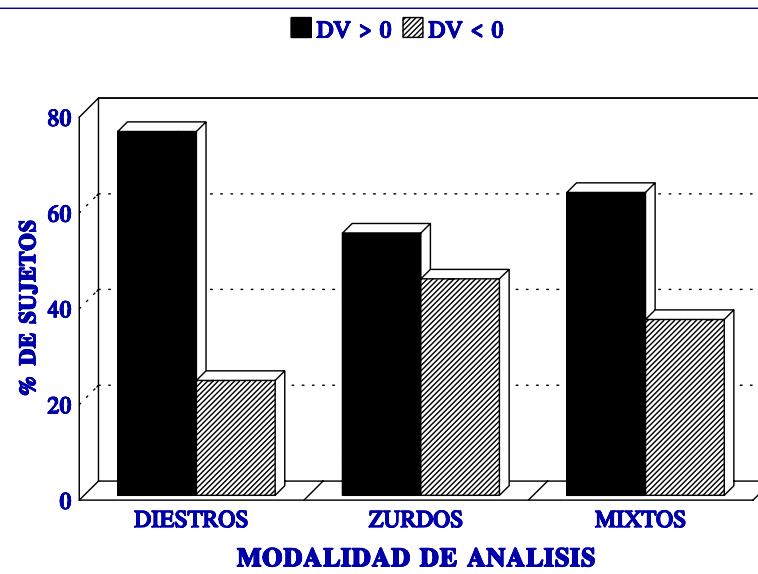


Figura 6.8. Distribución de los sujetos en DV

Realizada una prueba de contraste de proporciones se observó que en el grupo de diestros hay una diferencia significativa entre el porcentaje de sujetos con lateralización izquierda del lenguaje (76%) frente al grupo asignado al hemisferio derecho (24%) [ $z=5.63$ ,  $p<0.01$ ]. Sin embargo, tanto en el grupo de zurdos (54.8%-45.2%), como en el de preferencia mixta (63.3%-36.7%) estas diferencias no fueron significativas [ $z=0.82$ ,  $p=n.s.$ ;  $z=1.422$ ,  $p=n.s.$ , respectivamente].

#### 6.4.- DISCUSION

El objetivo central de esta fase fue obtener índices individuales que nos posibilitaran conocer qué lateralización funcional para el lenguaje presentaban los sujetos que componían la muestra.

Además, el examen pormenorizado de los resultados obtenidos con la técnica de TC podría aportar datos de interés sobre la propia técnica en general y, más específicamente, sobre el procedimiento diseñado por nosotros. Por ello, realizamos una serie de análisis previos cuyos resultados más relevantes comentaremos a continuación.

En primer lugar, comprobamos que, a pesar de que hemos utilizado una tarea motora considerablemente sencilla, se producía un efecto significativo de la práctica. Es decir, todos los sujetos experimentaron un mejor rendimiento en la tarea motora cuando ésta se realizaba por segunda vez. Señalar que, aunque se observa un efecto diferencial de la preferencia manual sobre el **tapping** de la mano derecha, obteniendo un peor rendimiento los sujetos zurdos, tanto los diestros como los zurdos o los sujetos con preferencia manual mixta mostraron este efecto de la práctica y que el mismo se produce en ambas manos.

Este resultado nos lleva a considerar que, aún cuando existan ensayos de práctica previos a la secuencia experimental, es necesario incluir varios ensayos para cada tarea dentro de la propia secuencia y controlar el orden de la misma, ya que la ejecución varía claramente a medida que avanza ésta. Es probable que en la evolución de esta variación se alcance un punto de meseta y quizás de inflexión. Un posible tema de interés para un estudio específico sobre el

comportamiento de la técnica de TC, sería comprobar el efecto de esta evolución sobre la generación de interferencia y la asimetría de las mismas. En cualquier caso, nuestros resultados corroboran la recomendación realizada por Hiscock (1986) sobre la necesidad de prestar atención a los efectos de la práctica o la fatiga, incluso cuando se utilizan tareas sin un nivel de dificultad excesivo y varios ensayos de práctica previos a la secuencia experimental.

Una de las condiciones básicas para la utilización de esta técnica en el campo de la asimetría cerebral es que se produzca realmente un decremento en la tarea motora cuando se realiza simultáneamente a la tarea cognitiva. Sólo si esta interferencia se produce podremos pasar a analizar posteriormente la simetría o asimetría de la misma. En nuestro caso, obtuvimos este efecto de interferencia sobre la ejecución de ambas manos y debido tanto a la realización simultánea de la tarea verbal, como de la tarea espacial complementaria. Por tanto, el procedimiento diseñado mostró ser adecuado para cumplir con esta primera condición.

Dado que la consecución de nuestro objetivo se basa en la comparación de las interferencias experimentadas por cada mano, es necesario evitar los artefactos ocasionados por el sesgo hacia una mejor ejecución de la mano dominante. Comprobamos que este efecto de la mano dominante se producía, efectivamente, en el grupo de diestros, para el que se observó la esperada mejor ejecución de la mano derecha, pero estaba ausente en el grupo de zurdos. Por lo que se refiere a los sujetos sin una preferencia manual consistente, es decir, el grupo de preferencia mixta, las diferencias en la línea base reproducen los resultados del grupo de diestros. La gran mayoría de los trabajos realizados en este campo han limitado sus muestras a sujetos diestros, por lo que no

disponemos de datos para contrastar los resultados encontrados para zurdos o sujetos de preferencia mixta. Entre los pocos trabajos que incluyen sujetos zurdos y analizan explícitamente la línea base, encontramos tanto informes de una mejor ejecución base de la mano izquierda (Simon y Sussman, 1987) como ausencia de diferencias significativas entre ambas manos (LaBarba et al., 1989; Cherry y Kee, 1991).

Si bien se han realizado recientemente diversas propuestas para resolver las diferencias en la línea base (Sussman, 1989, Kee y Cherry, 1990; Steiner, Green y White, 1992), el procedimiento más ampliamente utilizado, y por el que hemos optado, es el propuesto por Hiscock y Kinsbourne (1978). Este procedimiento consiste en transformar las puntuaciones de cada sujeto en un índice de interferencia en el que el decremento sufrido por cada mano se compara con la ejecución de la línea base correspondiente (White y Kinsbourne 1980; Hellige y Longstreth, 1981; Hiscock, 1986; Simon y Sussman, 1987; etc.).

Aunque en los análisis grupales habíamos obtenido evidencias del efecto de interferencia, consideramos conveniente verificar la presencia de este efecto en cada sujeto. Este tipo de análisis no suele incluirse en los trabajos con tareas concurrentes (ver, sin embargo, Ashton y McFarland, 1991). No obstante, creemos que es necesario conocer los porcentajes de sujetos que experimentan realmente interferencia y los que, por el contrario, mejoran su ejecución con la realización concurrente de las dos tareas o no experimentan ningún efecto.

En primer lugar, estos datos nos permiten valorar la capacidad del propio procedimiento para generar interferencia. En nuestro caso, encontramos un alto porcentaje de sujetos en los cuales la tarea verbal interfirió la realización del

**tapping**. Así, 86.4% de los sujetos experimenta un decremento en el **tapping** de la mano derecha, porcentaje que se eleva hasta el 89% si consideramos únicamente a los sujetos diestros. Cuando el **tapping** se ejecutaba con la mano izquierda, la concurrencia de la tarea verbal interfirió la ejecución en la tarea motora en el 74% de los sujetos. Por tanto, y teniendo en cuenta los resultados de los análisis grupales antes comentados, podemos afirmar que nuestro procedimiento es adecuado para generar interferencias. Nuestros resultados, además, son similares a los informados por el único trabajo que conocemos que realiza este tipo de análisis (Ashton y MacFarland, 1991).

En segundo lugar, y dado que nuestro objetivo es obtener índices individuales de lateralización del lenguaje, este análisis nos permite, asimismo, eliminar aquellos sujetos que experimentan facilitación o ausencia de cualquier efecto. La presencia de este tipo de sujetos plantea cuestiones de posible interés sobre el efecto de la realización simultánea de tareas, y, desde el campo de la asimetría, sobre el significado de una posible facilitación asimétrica, temas de estudio que se escapan de los intereses del presente trabajo. En cualquier caso, no podemos tomar en consideración estos sujetos ya que la diferencia entre sus índices de interferencia no es interpretable desde los supuestos de la aplicación de las TC a la asimetría cerebral.

Tal como hemos expuesto anteriormente, la utilización de las TC en relación con la asimetría cerebral se basa en que una interferencia asimétrica en la ejecución de la tarea motora producida por la tarea concurrente es indicativa de que ambas tareas son dependientes de centros cerebrales de control localizados en el mismo hemisferio. Por tanto, la obtención de los índices de lateralización del lenguaje requieren, en primer lugar, que se produzca efectivamente esa asimetría en la interferencia.

Nuestros análisis ponen de manifiesto un efecto asimétrico que interactúa con la preferencia manual. Concretamente, tanto en el grupo de sujetos diestros como en el de preferencia manual mixta, el decremento sufrido por la ejecución de la mano derecha es significativamente superior al experimentado por la mano izquierda. Es decir, la interferencia sufrida por la ejecución de la mano derecha, controlada por el hemisferio izquierdo, es mayor que la sufrida por la mano izquierda, controlada por el hemisferio derecho. Por tanto, la tarea verbal estaría demandando también la participación de centros neuronales localizados en el hemisferio izquierdo.

En el grupo de zurdos, sin embargo, no se obtiene una interferencia asimétrica. Este resultado es similar al obtenido por Hicks (1975); Lomas y Kimura (1976 exp. 2) o Sussman (1982), quienes informan de un patrón simétrico de interferencia, en ocasiones modulado por el sexo (Simon y Sussman, 1987). El análisis de la interferencia sobre la tarea verbal, que comentaremos a continuación, aporta datos complementarios necesarios para realizar una interpretación general de este resultado.

Hasta ahora nos hemos referido a los efectos sobre la tarea motora. Aunque este es el acercamiento básico en este tipo de trabajos, nos interesó analizar los efectos del **tapping** sobre la tarea cognitiva ya que la interferencia, potencialmente, ocurre en ambas direcciones (Hiscock, 1986, Dalby y Gibson, 1981).

En la tarea verbal encontramos un efecto de la práctica similar al obtenido para la tarea motora. Por lo que respecta a la aparición de interferencias, la realización concurrente del **tapping** disminuye de forma significativa la producción en la tarea verbal, independientemente de la mano que ejecutara éste



y de la preferencia manual de los sujetos. Por lo tanto, las tareas utilizadas se interfieren bidireccionalmente, resultado reflejado en algunos trabajos anteriores (Dalby, 1980; White y Kinsbourne, 1980; Dalby y Gibson, 1981; Hiscock, et al. 1989; MacFarland et al. 1989).

Además, y especialmente relevante para nuestros objetivos, la interferencia encontrada fue mayor cuando el **tapping** se realizaba con la mano derecha que cuando se ejecutaba con la mano izquierda, es decir, la asimetría en la interferencia que encontrábamos que se producía sobre la tarea motora, aparece también de forma significativa sobre la tarea verbal. Este resultado, aunque con antecedentes (Dalby, 1980; White y Kinsbourne, 1980), no es frecuente en la literatura revisada. Consideramos que el hecho de que la ejecución verbal se vea más interferida por la mano derecha que por la izquierda es una evidencia importante sobre la capacidad de generar interferencias lateralizadas mediante este procedimiento.

Un último dato aportado por el análisis de la tarea verbal es que el decremento asimétrico experimentado por la ejecución verbal no es dependiente de la preferencia manual, es decir, aparece tanto en diestros como en zurdos. La existencia en este último grupo de una interferencia asimétrica en la tarea verbal indicaría que, como grupo, los sujetos zurdos obtienen unos resultados indicativos de una lateralización izquierda del lenguaje. Sin embargo, recuérdese que el **tapping** en este último grupo, no se veía afectado de forma diferencial para cada mano. Por tanto, mientras que en diestros ambos análisis suministran datos que llevan a la misma conclusión, en zurdos los resultados son menos consistentes. Este hecho no es sorprendente y está abundantemente reflejado en la literatura (ver, v.g., Herron, 1980; Bradshaw y Nettleton, 1983; Beaton,

1985, para una revisión del tema). En nuestra opinión, es producto de una posible mayor tendencia a la bilateralización en este grupo, tema que ha sido objeto de estudio de numerosas investigaciones (Lomas y Kimura, 1976; McFarland y Geffen, 1982; Sussman, 1982), así como de la menor homogeneidad para la lateralización del lenguaje dentro de este grupo. Esto es, informes clínicos y experimentales han puesto de manifiesto que sólo un 60% de los zurdos tienen el lenguaje lateralizado al hemisferio izquierdo, frente al 90% del grupo de diestros (Sealerman, 1977; Springer y Deutsch, 1981; Todor, Kyprie y Price, 1982; Segalowitz y Bryden, 1983). Por tanto, no es de extrañar la aparición de resultados menos consistentes en este grupo por lo que se refiere a un patrón grupal de asimetría en las interferencias.

Finalmente, señalar que no hemos obtenido evidencias de diferencias en función del sexo, tanto por lo que respecta a los efectos sobre la tarea motora como a los efectos en la tarea verbal. Este resultado no apoya, por tanto, la existencia de una tendencia a una mayor bilateralización en las mujeres propuesta por McGlone (1980) y que ha sido confirmada anteriormente, mediante otros procedimientos en nuestro laboratorio (Barroso y Nieto, 1986; Nieto et al., 1990). En cualquier caso, cuando se han encontrado diferencias sexuales en Tareas Concurrentes, no ha habido un patrón claro de resultados que permita extraer conclusiones sobre el sentido de las mismas (v.g. Hiscock et al., 1985; Elliott, Weeks y Jones, 1986; McManus, Kemp y Grant, 1986; Lewis y Chistiansen, 1989; LaBarba y Kingsberg, 1990).

En resumen, por lo que respecta a consideraciones de orden metodológico, nuestro trabajo ha puesto de manifiesto la necesidad de atender al efecto de la práctica; de analizar la línea base y utilizar índices que contemplen la ejecución en la misma; y de estudiar para cada sujeto el efecto de las ejecuciones simultáneas.

Por lo que se refiere a nuestro objetivo fundamental, nuestros resultados muestran que tanto la tarea motora como la verbal experimentan un decremento cuando se realizan de forma simultánea. Además, este decremento es asimétrico, en el sentido de una mayor interferencia entre la ejecución motora de la mano derecha y la ejecución verbal, frente a un menor decremento entre la ejecución motora izquierda y la tarea verbal.

La interferencia lateralizada se produce de forma bidireccional, lo que supone un fuerte apoyo al hecho de que es producto de la organización asimétrica cerebral. Es decir, se produce mayor interferencia en aquellas condiciones en que ambas tareas demandan la activación de centros de control neural localizados en el mismo hemisferio. Este resultado, por tanto, es una evidencia a favor de la validez del procedimiento para el estudio de la asimetría funcional cerebral y, especialmente, para la obtención de índices de lateralización del lenguaje.

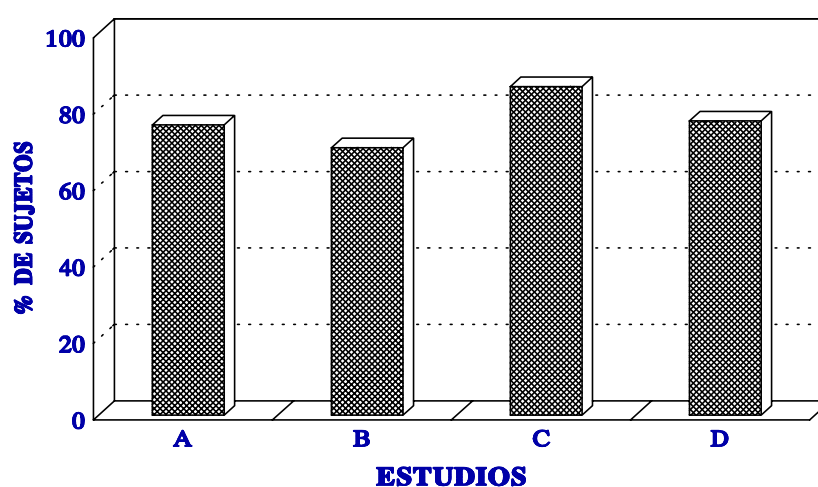
#### **6.5.- VALIDEZ DEL PROCEDIMIENTO UTILIZADO**

La forma idónea de establecer la validez de este tipo de técnicas, sería poder confirmar la lateralización cerebral del lenguaje determinada por éstas. Esto implicaría el poder acceder a métodos directos que muestren la representación del habla como, por ejemplo, la prueba del Amital Sódico (**Test de Wada**). Dado que, por razones obvias, sólo en ocasiones excepcionales podríamos contar con tales procedimientos, debemos confiar en evidencias menos directas. Entre éstas, la forma más usual es contrastar la proporción de sujetos que presentan un determinado patrón con las proporciones esperadas según las estimaciones clínicas, entre las que se incluyen las obtenidas mediante la mencionada prueba.

Nuestros resultados muestran que el 76% de los sujetos diestros tienen lateralizado el lenguaje en el hemisferio izquierdo. Estos resultados son equiparables a los obtenidos por otros investigadores con esta técnica (Ver figura 6.9). Así, por ejemplo, en los estudios con adultos diestros realizados por Hellige y Longstreth (1981) y por Ashton y McFarland (1991), un 77% y un 84% de los sujetos, respectivamente, mostró una lateralización izquierda del lenguaje. Sin embargo, señalar que el último estudio citado trabaja con puntuaciones directas, lo que lleva a una amplificación artefactual de las asimetría de las interferencias. Con población infantil, Hiscock y Kinsbourne (1978; 1980) informan de un 70%, mientras que Hiscock (1982) obtiene un 86%, aunque en este caso no se estudia la interferencia espontánea ya que se manipulan aspectos atencionales que pueden influir sobre el porcentaje obtenido. Al margen de estas consideraciones, nuestros resultados ocupan una posición intermedia por lo que respecta a los trabajos realizados con una población similar a la utilizada en nuestro estudio.

### VALIDEZ DE LAS TAREAS CONCURRENTES

#### Análisis comparativo



A= Nuestra muestra (1993); B= Hiscock y Kinsbourne (1978, 1980)  
C= Hiscock (1982); D= Hellige y Longstreth (1981)

Figura 6.9. Validez. Análisis comparativo

Por lo que respecta al grupo de zurdos, un 54,8% de los sujetos experimentó una mayor interferencia en la tarea cuando el **tapping** se realizaba con la mano derecha, es decir, mostró una lateralización izquierda para el lenguaje. Como ya hemos comentado anteriormente, son pocos los trabajos realizados con sujetos de preferencia izquierda y, de éstos, ninguno de los revisados informan de la proporción de sujetos que han mostrado una lateralización determinada. Por tanto, no contamos con estudios de referencia con los que contrastar nuestros resultados.

En cualquier caso, el hecho de que la distribución de sujetos según su hemisferio responsable para el lenguaje sea dependiente de la preferencia manual es, en sí mismo, un apoyo a la validez del procedimiento.

Si contrastamos nuestras distribuciones con la esperadas según las estimaciones clínicas, observamos que nuestro porcentaje de sujetos diestros con lateralización izquierda del lenguaje (76%) es inferior al obtenido mediante la prueba del Amital Sódico (90%), resultado similar al encontrado en la mayor parte de los estudios, tanto con tareas concurrentes como con otras técnicas indirectas (ver, por ejemplo, las revisiones en Hannay, 1986). En cambio, el porcentaje de zurdos que muestran en nuestro trabajo esta organización cerebral (54.8%), es similar al esperado según las estimaciones clínicas (60%).

Las razones por las que se produce esa diferencia entre los resultados obtenidos mediante técnicas indirectas y los encontrados mediante la prueba del Amital o a partir de la estimación de la incidencia de afasia tras lesión unilateral, no están claras. Por un lado, los estudios con Amital Sódico están realizados con sujetos candidatos a cirugía de la epilepsia y que, consecuentemente, presentan

algún tipo de alteración cerebral que puede haber modificado su organización asimétrica. Por otro, y por lo que respecta a los estudios con población infantil, las muestras utilizadas en estudios clínicos son mayoritariamente adultas y por lo tanto no totalmente comparables. Además, otros factores, como por ejemplo, los efectos derivados de la activación-inhibición interhemisférica, las estrategias de procesamiento adoptadas por los sujetos, el sesgo atencional, etc., afectan la ejecución de los sujetos en los procedimientos propios de las técnicas indirectas y pueden oscurecer los efectos de la lateralización cerebral.

En resumen, considerando conjuntamente nuestros resultados para diestros y zurdos (asimetría de la interferencia bidireccionalmente y diferencias en función de la preferencia manual), y tras la comparación con otros estudios y las estimaciones clínicas, podemos confirmar la validez de nuestro procedimiento para determinar la lateralización cerebral del lenguaje.

## **7.- TERCERA FASE:**

**Relación entre la Lateralización Cerebral del Lenguaje y  
la Preferencia Manual con el Rendimiento Lector**





A partir de las investigaciones desarrolladas en las dos fases anteriores hemos obtenido la distribución de los sujetos en cuanto a su preferencia manual y un índice individual de su lateralización cerebral del lenguaje mediante la técnica de tareas concurrentes. Por tanto, estas dos fases han contribuido, básicamente, a la obtención de los prerequisites necesarios para la consecución del objetivo fundamental del presente trabajo.

En esta tercera fase nos proponemos proceder a la contrastación de nuestra hipótesis, mediante el desarrollo de un diseño experimental que ponga en relación la preferencia manual y la lateralización cerebral del lenguaje con el rendimiento lector.

Tras recordar la hipótesis de nuestra investigación, describiremos el método utilizado y los resultados obtenidos. Finalizaremos con la discusión y conclusiones que se deriven.

### 7.1.- HIPOTESIS

Pretendemos estudiar las diferencias en rendimiento lector entre sujetos seleccionados de la población escolar normal, caracterizados por presentar una confluencia o no de los centros de control de la mano preferida y de los centros del lenguaje en un mismo hemisferio.

En concreto, nuestra **hipótesis** es que los sujetos en los que se produzca esta confluencia (lenguaje en el hemisferio izquierdo-diestros; lenguaje en el hemisferio derecho - zurdos) tendrán un rendimiento lector superior a los sujetos en los que esta confluencia esté ausente (lenguaje en el hemisferio izquierdo-zurdos; lenguaje en el hemisferio derecho-diestros).

## 7.2.- METODO

### 7.2.1.- Sujetos

Uno de los objetivos de las fases experimentales anteriores fue obtener los dos grupos experimentales, con sus dos subgrupos, que se derivan de la hipótesis: **Grupo de Confluencia** (diestros con el lenguaje en el hemisferio izquierdo y zurdos con el lenguaje en el hemisferio derecho); **Grupo de No Confluencia** (diestros con el lenguaje en el hemisferio derecho y zurdos con el lenguaje en el hemisferio izquierdo).

De los 264 sujetos (175 varones y 89 mujeres) clasificados según su preferencia manual en la primera fase, eliminados 11 en la segunda (6 varones y 5 mujeres) por no haber experimentado interferencia. Por tanto, a los 253 restantes (169 varones y 84 mujeres) procedimos a aplicar los siguientes **criterios de selección** para esta tercera fase:

**1º) Lateralización cerebral del lenguaje según Tareas Concurrentes:** una vez obtenido el índice de lateralización cerebral, establecimos como criterio que puntuaciones en DV iguales o mayores de +5 asignaban al sujeto al grupo del hemisferio izquierdo. De forma análoga, puntuaciones iguales o menores que -5 lo asignaban al grupo del hemisferio derecho. En la clasificación resultante, DV es independiente del factor Sexo [ $X^2_{(2)} = 0.0226$ ,  $p = n.s.$ ], y está relacionada con la Preferencia Manual [ $X^2_{(4)} = 7.21$ ,  $p < 0.05$ ].

De esta muestra se eliminaron los ambidiestros (30, 19 varones y 11 mujeres) y los sujetos bilateralizados para el lenguaje (46, 31 varones y 15 mujeres).

## **2º) Confirmación de la lateralización del lenguaje con la técnica de Escucha Dicótica.**

Dado que la técnica de Tareas Concurrentes supone una medida indirecta de la lateralización cerebral del lenguaje, y, con el objetivo de reducir el margen de error de esta clasificación, realizamos paralelamente una medición confirmatoria mediante la técnica de Escucha Dicótica. De este modo, para cada sujeto se exigía, como segundo criterio de selección, que la lateralización del lenguaje (hemisferio izquierdo o hemisferio derecho) obtenida mediante la técnica de Tareas Concurrentes debía verse confirmada por la alcanzada con la técnica de Escucha Dicótica. En caso contrario, el sujeto era eliminado.

Esto significó el desarrollo de una investigación paralela. La muestra estuvo formada por los mismos sujetos que participaron en las dos primeras fases. La cinta con la grabación dicótica de los estímulos nos fue facilitada por la Unidad de Neuropsicología del Hospital de la Santa Creu i San Pau de Barcelona. Los estímulos estaban formados a partir de 15 palabras monosílabas de tres letras con la configuración Consonante - Vocal - Consonante (CVC). De este conjunto inicial, se formaron aleatoriamente 88 pares distintos, con la única restricción de que los elementos de cada par comenzaran por diferentes consonantes. Tras verificar la obtención de la ventaja a favor de la presentación auditiva

derecha [ $F_{(1,258)}=17.19$ ,  $p<0.001$ ], procedimos a elaborar un índice individual de lateralización cerebral del lenguaje, mediante la fórmula:  $CL = (OD-OI/OD+OI)/100$ , donde **CL** es el cociente de lateralidad auditiva; **OD** es el número de aciertos del oído derecho y **OI** es el número de aciertos del oído izquierdo.

Aplicamos como criterio de lateralización izquierda o derecha del lenguaje, la obtención de un CL "mayor o igual a 10" o "menor o igual a -10", respectivamente.

A partir de la aplicación de los dos criterios anteriores, se obtuvo la distribución de sujetos mostrada en la tabla 7.1.

**Tabla 7.1. Distribución de la muestra seleccionada en función de los criterios establecidos.**

CONFLUENCIA	NO-CONFLUENCIA
HI-DIESTROS	HI-ZURDOS
VARONES= 60	VARONES= 15
MUJERES= 24	MUJERES= 12
TOTAL= 84	TOTAL= 27
HD-ZURDOS	HD-DIESTROS
VARONES= 14	VARONES= 14
MUJERES= 7	MUJERES= 10
TOTAL= 21	TOTAL= 24

Para la formación de los dos grupos experimentales seleccionamos aleatoriamente a 40 sujetos de cada uno de los grupos de confluencia, la mitad de cada subgrupo, cuando el número de sujetos por grupo lo permitió. En la tabla 7.2 se recoge, la distribución de la muestra final, por sexo y edad. La variable curso escolar quedó distribuida de forma homogénea entre los grupos.

**Tabla 7.2. Composición de los grupos experimentales, según sexo y edad.**

	CONFLUENCIA		NO-CONCLUENCIA	
	HI/DIESTROS	HD-ZURDOS	HI-ZURDOS	HD-DIESTROS
<b>VARONES</b>	10	13	10	10
x edad	10.10	10.23	9.70	10.30
Sx edad	0.99	1.17	0.67	0.82
<b>MUJERES</b>	10	7	10	10
x edad	10.10	10.43	10.40	10.00
Sx edad	0.88	1.17	1.51	0.82
<b>TOTAL</b>	20	20	20	20
x edad	10.10	10.30	10.05	10.15
Sx edad	0.91	1.26	1.19	0.81

### 7.2.2.- Instrumentos

Los instrumentos utilizados para medir el rendimiento de los sujetos en la lectura fueron: El **Test de Análisis de Lectoescritura (TALE)** (Toro y Cervera, 1984), una prueba de lectura de Palabras y otra de Escritura.

La elección del **TALE** como instrumento para medir el rendimiento lector se debió, fundamentalmente, a la profusión de su uso en el análisis de la lectoescritura en castellano. Concretamente, las pruebas utilizadas fueron:

- Lectura de letras mayúsculas
- Lectura de letras minúsculas
- Lectura de sílabas
- Lectura de palabras
- Lectura de un texto
- Lectura silenciosa-comprensión de un texto.

De cada prueba el experimentador recogía el tiempo invertido en su lectura y el número de errores realizados. En el caso de la lectura silenciosa de un texto, se recogía el tiempo de lectura y el número de aciertos del sujeto a las preguntas de comprensión relativas al texto leído. Los textos del **TALE** que utilizamos fueron los que están normalizados para medir la lectura en niños que estén cursando 4º curso de Educación General Básica.

En la prueba de lectura de Palabras de Nivel Superior (PNS) los sujetos tenían que realizar la lectura de 20 palabras, las cuales, según el **Vocabulario Básico Infantil** (Rosa Sensat, 1978) deben estar adquiridas cuando en alumno cursa 6º/7º de EGB, por lo que corresponden a un nivel de lectura superior a las incluidas en la prueba del TALE. La metodología seguida en la administración de esta prueba fue la sugerida por Boder y Jarrico, (1982) en su **The Boder Test of Reading-Spelling Patterns**. Esto es, las 20 palabras se presentaban de forma individual en una tarjeta pidiéndole al sujeto que las leyese en voz alta. Si el sujeto tardaba menos de 2 segundos en la lectura de la palabra estímulo, se consideraba lectura inmediata. Si, por el contrario, el sujeto invertía más de 2 segundos o no leía correctamente la palabra, se consideraba como error.

Aunque nuestro objetivo no incluye el estudio de la escritura, se incluyó una evaluación complementaria de la misma. La prueba de escritura era específica para cada sujeto. Es decir, a partir de la lectura de las palabras, del primer texto del **TALE**, así como de la lectura de Palabras de Nivel Superior, siguiendo la propuesta de Boder y Jarrico (1982), elegimos 10 palabras leídas correctamente por el sujeto y 10 palabras en las que hubiera cometido errores. La puntuación de cada sujeto era la media de aciertos de ambos grupos de palabras.

### **7.2.3.- Diseño**

Utilizamos un diseño factorial 2x2x2 con las variables Lateralización del lenguaje (Hemisferio Izquierdo-Hemisferio Derecho), Preferencia Manual (Diestros-Zurdos) y la variable Sexo como factores intergrupo. Las variables dependientes utilizadas fueron:

#### **1) Tiempo de Lectura en las pruebas:**

- a) Letras mayúsculas
- b) Letras minúsculas
- c) Sílabas
- d) Palabras
- e) Texto
- f) Lectura silenciosa de texto

**2) Errores de lectura en las pruebas:**

- a) Letras mayúsculas
- b) Letras minúsculas
- c) Sílabas
- d) Palabras
- e) Palabras de Nivel Superior (PNS)
- f) Texto

**3) Comprensión**

**4) Índices de eficiencia en lectura de:**

- a) Letras mayúsculas
- b) Letras minúsculas
- c) Sílabas
- d) Palabras
- e) Texto
- f) Comprensión

**5) Escritura**

**7.2.4.- Variables controladas**

En apartados anteriores, hemos comentado las distintas variables controladas así como la metodología utilizada para su control. No obstante, quisiéramos señalar en este punto las características más importantes que definen a la muestra experimental: 1) estamos trabajando con un grupo cuyo nivel



intelectual (C.I.) es igual o superior a 90; 2) sin problemas emocionales ni atencionales; 3) todos los sujetos asistían regularmente a clase; 4) ningún sujeto presentaba daño neurológico, visual o auditivo. En definitiva, hemos controlado las principales variables que pueden ejercer un efecto no deseado sobre el rendimiento de los sujetos en las pruebas de lectura y escritura.

En el caso específico de la variable Inteligencia se comprobó, mediante un Análisis de Varianza (ANOVA), que el nivel de inteligencia de los distintos grupos experimentales fue similar, no observándose en ningún caso diferencias significativas entre los grupos [ $F_{(3,72)} = 0.5471$ ,  $p = n.s.$ ].

#### **7.2.5.- Procedimiento**

Cada sujeto fue evaluado de forma individual durante 30 minutos. Una vez seleccionados según las variables de control relativas a los mismos, se desarrollaba la sesión experimental según las siguientes pautas:

- 1) Recepción e identificación del sujeto.
- 2) Presentación de las instrucciones.
- 3) Verificación de la comprensión de las instrucciones. Repetición de las instrucciones si era necesario.
- 4) Presentación de las distintas pruebas de lectura.
- 5) Finalizada la lectura del TALE, el sujeto descansaba durante 5 minutos, a continuación realizaba la prueba de escritura y la lectura de Palabras de Nivel Superior (PNS).
- 6) Fin de la sesión experimental.

### 7.3.- RESULTADOS

En primer lugar, analizamos los efectos de los dos factores principales de nuestro diseño, es decir de la lateralización del lenguaje y la preferencia manual, así como del sexo. Este análisis nos permite detectar si son estos factores o la interacción entre ellos, los explicativos del rendimiento lector. En segundo lugar, y dados los resultados obtenidos, analizamos las diferencias en rendimiento lector entre los sujetos en los que confluyen en un mismo hemisferio los centros de control del lenguaje y la mano preferida (Grupo de Confluencia), y los sujetos en los que no se produce tal confluencia (Grupo de No Confluencia).

En cada caso, expondremos en primer lugar los resultados relativos a los efectos sobre velocidad lectora, exactitud y comprensión, y, posteriormente, los resultados de los índices de eficiencia lectora. En último lugar, comentaremos los resultados obtenidos en la prueba de escritura.

Los datos se analizaron mediante el Análisis de la Varianza (ANOVA); Análisis Múltiple de la Varianza (MANOVA); el Contraste de Efectos Simples y el procedimiento de TUKEY-HSD. Todas estas pruebas estadísticas fueron ejecutadas mediante el paquete estadístico **SPSS/PC+**.

### **7.3.1. - Análisis del efecto de los factores Lateralización del Lenguaje y Preferencia Manual**

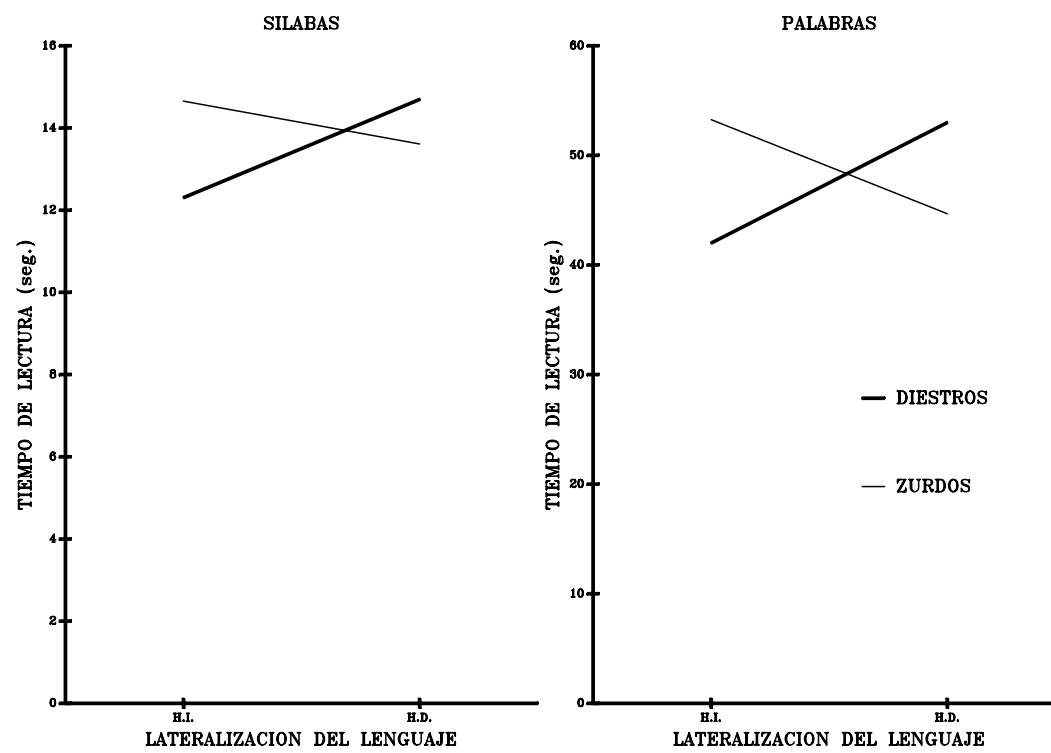
#### **7.3.1.1.- Velocidad Lectora**

Con todas las pruebas destinadas a medir velocidad lectora, realizamos un MANOVA según el diseño Lateralización del Lenguaje (hemisferio izquierdo-hemisferio derecho) x Preferencia Manual x Sexo. Los resultados encontrados reflejan que, tanto en el análisis multivariado (considerando a todas las variables dependientes de forma conjunta), como en el análisis univariado (considerando individualmente cada variable dependiente), no se obtienen diferencias significativas para ninguno de los tres factores del diseño.

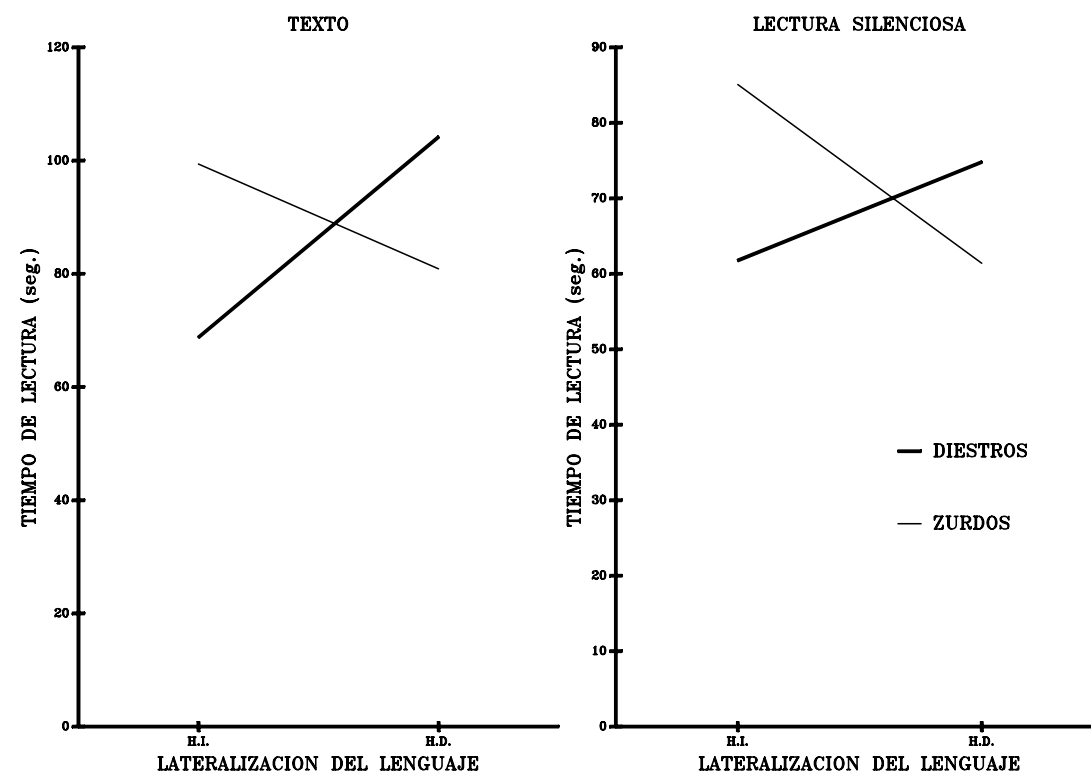
La interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual alcanza valores de significación para el análisis multivariado [ $F_{(6,72)} = 2.950$ ,  $p < 0.01$ ]. Además, en el análisis univariado esta interacción resultó significativa para las variables Sílabas, Palabras, Texto y Lectura silenciosa. Los valores del estadístico de contraste (F) encontrados en este último análisis y su significación están recogidos en la tabla 7.3. La representación gráfica de las variables en las que la interacción fue significativa aparece en las figuras 7.1 y 7.2.

**Tabla 7.3. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual. Velocidad lectora. (V.D. = Tiempo de Lectura).  
g.l. = (1,72).**

	F	P <
LETRAS MAYUSCULAS	0.523	N.S.
LETRAS MINUSCULAS	2.573	N.S.
SILABAS	5.336	0.05
PALABRAS	12.749	0.005
TEXTO	17.236	0.001
LECTURA SILENCIOSA	8.578	0.01



**Figura 7.1. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual. Velocidad lectora. (V.D. = Tiempo de Lectura)**



**Figura 7.2. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual. Velocidad lectora. (V.D. = Tiempo de Lectura)**

### 7.3.1.2.- Exactitud Lectora

Con todas las pruebas utilizadas para medir la exactitud lectora realizamos un MANOVA según el diseño Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual x Sexo. Los resultados encontrados reflejan que, en el análisis multivariado no se obtienen diferencias significativas para ninguno de los tres factores principales. Sin embargo, en el análisis univariado se obtuvo una diferencia significativa para el factor Sexo en la variable dependiente lectura de Palabras [ $F_{(1,72)} = 5.49, p < 0.05$ ], siendo las mujeres las que comenten menor número de errores ( $x = 2.49, Sx = 2.06$ ) que los varones ( $x = 3.60, Sx = 2.56$ ). Los factores

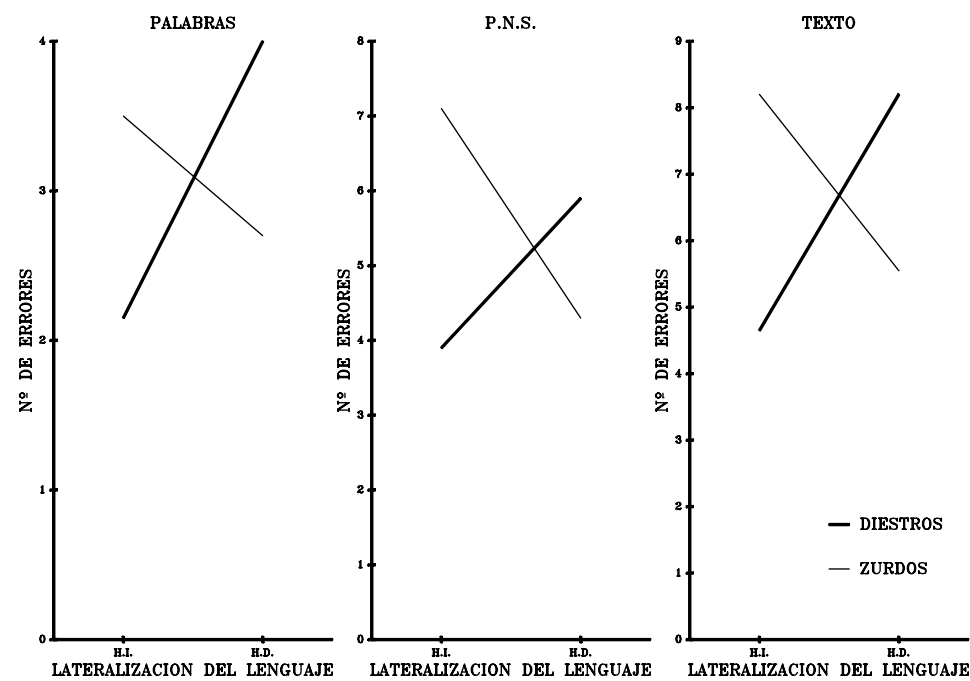
Lateralización del Lenguaje y Preferencia Manual no resultaron significativos.

La interacción Preferencia Manual x Sexo sólo resultó significativa en el análisis univariado para la lectura de letras mayúsculas [ $F_{(1,72)} = 6.06, p < 0.05$ ]. Analizando esta interacción mediante un Contraste de Efectos Simples, se comprueba que dicha interacción es debida a las diferencias existentes entre varones y mujeres diestros [ $F_{(1,72)} = 5.73, p < 0.05$ ], realizando las mujeres diestras un menor número de errores ( $x = 1.600$ ) que los varones diestros ( $x = 0.50$ ).

Por su parte, la interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual resultó significativa en el análisis multivariado [ $F_{(6,72)} = 2,448, p < 0.05$ ]. Esta interacción también es significativa en el análisis univariado para las variables: Palabras, PNS y Texto. Dichos resultados están recogidos en la tabla 7.4 y su representación gráfica aparece en el figura 7.3.

**Tabla 7.4. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual. (Exactitud lectora) (V.D. = N° de Errores)  
g.l. = (1,72)**

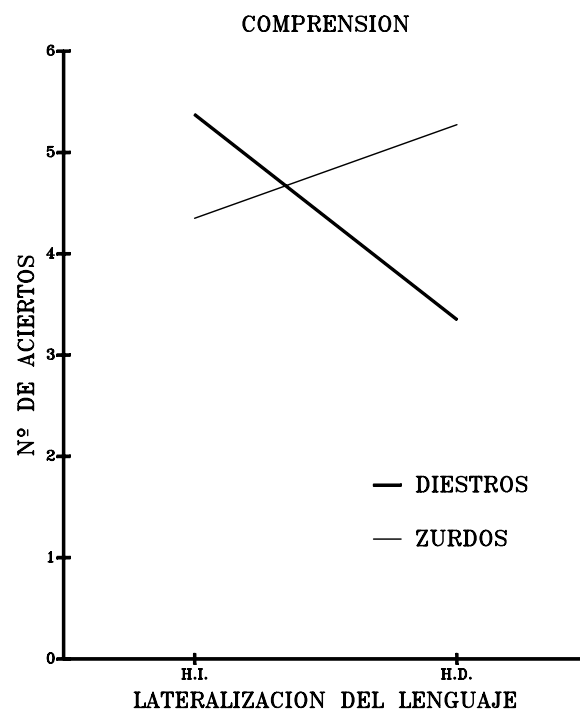
	F	P <
LETRAS MAYUSCULAS	1.235	N.S.
LETRAS MINUSCULAS	2.415	N.S.
SILABAS	0.409	N.S.
PALABRAS	7.271	0.01
P.N.S.	11.97	0.005
TEXTO	8.418	0.01



**Figura 7.3. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual. (Exactitud lectora) (V.D. = N<sup>o</sup> de Errores)**

### 7.3.1.3.- Comprensión Lectora

La puntuación de los sujetos utilizada para realizar los análisis de la Comprensión fue el número de respuestas correctas emitidas por los sujetos ante 10 preguntas relativas al contenido de un texto leído previamente. Realizado un ANOVA según el diseño Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual x Sexo, se aprecia como único valor significativo la interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual [ $F_{(1,72)} = 7.37$ ,  $p < 0.001$ ]. La representación gráfica de esta interacción se recoge en la figura 7.4.



**Figura 7.4. Interacción Lateralización del Lenguaje x preferencia manual. (Comprensión lectora). (V.D.= Nº de aciertos)**

#### **7.3.1.4.- Eficiencia Lectora**

La consideración de forma aislada del tiempo invertido por un sujeto en la lectura de un texto o del número de errores cometidos, puede conducir a errores no deseados. En efecto, un sujeto puede realizar una lectura rápida pero errónea, mientras que otro puede leer sin cometer errores pero invertir mucho tiempo en la lectura. Con el objetivo de superar esta dificultad, elaboramos los índices de eficiencia lectora. En ellos, se recoge la relación entre el tiempo de lectura y el número de aciertos. Dichos índices se calcularon siguiendo un procedimiento similar al propuesto por De Vega et al. (1990):



$$\text{Índice de Eficiencia Lectora} = \frac{\text{Aciertos}}{\text{Tiempo de lectura}} \times 100$$

Los índices se calcularon para las siguientes variables:

- 1) Letras mayúsculas
- 2) Letras minúsculas
- 3) Sílabas
- 4) Palabras
- 5) Texto
- 6) Comprensión

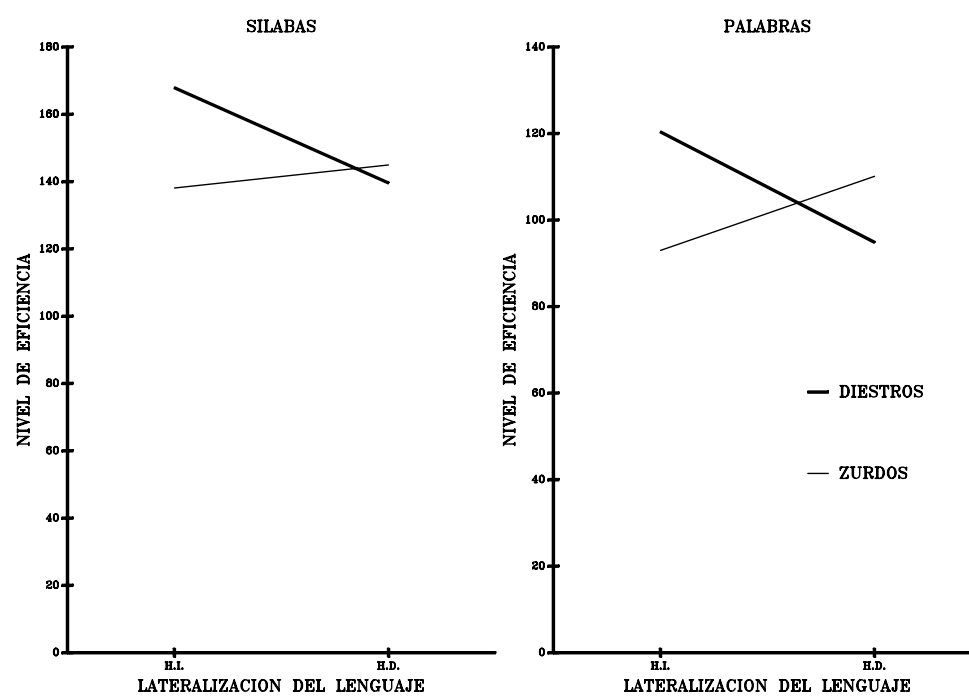
Con todos los índices, realizamos un MANOVA según el diseño Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual x Sexo. Los resultados encontrados muestran que, tanto en el análisis multivariado como en el univariado, ninguno de estos factores fue significativo.

La interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual fue significativa en el análisis multivariado [ $F_{(6,72)}=3.749$ ,  $p<0.005$ ]. Además, en el análisis univariado esta interacción fue significativa para las variables dependientes: Sílabas, Palabras, Texto y Comprensión. El valor del estadístico de contraste y su significación quedan recogidos en la tabla 7.5. Además, las figuras 7.5 y 7.6 son representaciones gráficas de los índices en los que la interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual resultó significativa.

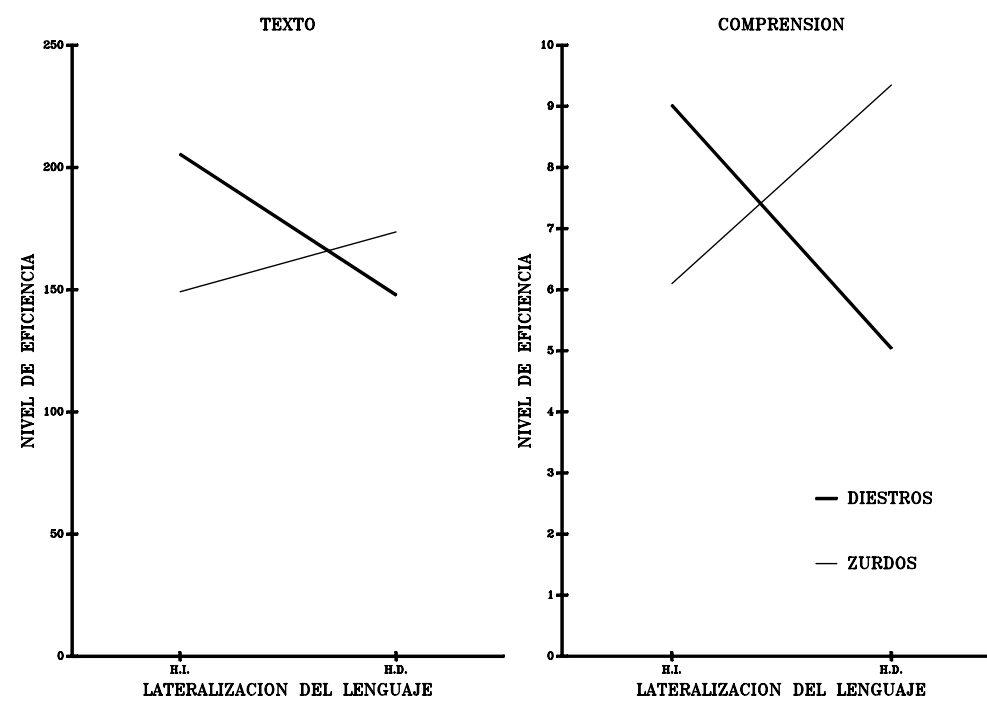
**Tabla 7.5. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual (Índices de Eficiencia Lectora)**

g.l. = (1,72)

	F	P <
LETRAS MAYUSCULAS	1.681	N.S.
LETRAS MINUSCULAS	3.969	N.S.
SILABAS	5.418	0.05
PALABRAS	11.728	0.005
TEXTO	17.321	0.001
COMPRESION	11.719	0.005



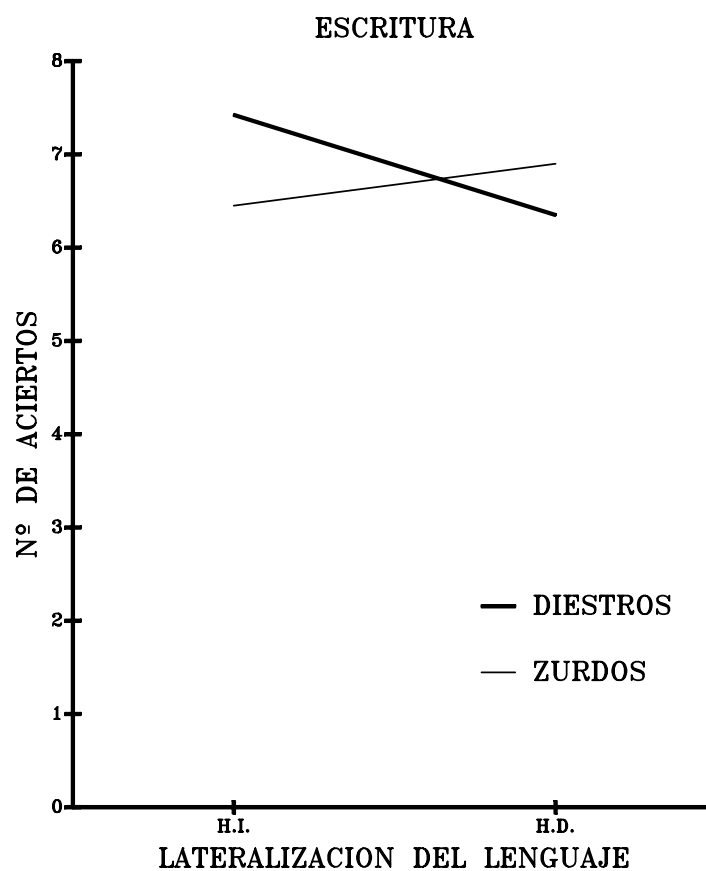
**Figura 7.5. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual (Índices de Eficiencia Lectora)**



**Figura 7.6. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual (Índices de Eficiencia Lectora)**

### 7.3.1.5.- Escritura

Con la media de aciertos en la prueba de escritura, realizamos un ANOVA según el diseño Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual x Sexo. Se aprecia como único valor significativo la interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual [ $F_{(1,72)} = 7.18, p < 0.01$ ]. La representación gráfica de esta interacción está recogida en la figura 7.7.



**Figura 7.7. Interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual. (Escritura). (V.D. = N° de aciertos).**

### 7.3.2.- Análisis del efecto de confluencia - no confluencia

Como hemos comprobado en la exposición de resultados realizada hasta ahora, los factores Lateralización del Lenguaje y Preferencia manual no resultan significativos en ninguno de los niveles de análisis realizados. Por el contrario, en todos los niveles de análisis efectuados la interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual alcanza la significación, con la excepción de Letras (Velocidad, Exactitud e Índices de eficiencia) y Sílabas (Exactitud). A partir de estos resultados, y de cara a poner a prueba directamente nuestra hipótesis, pasamos a contrastar el efecto de la confluencia o no confluencia de ambos factores.

En primer lugar, verificamos que no existieran diferencias entre los dos subgrupos que componen los grupos experimentales mediante la prueba de Tukey-HSD. Los resultados obtenidos pueden consultarse en las tablas 7.6 y 7.7. Como puede observarse, en ninguna de las variables dependientes para las que se obtuvo significación en la interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual, existen diferencias entre los dos subgrupos que componen el grupo de **Confluencia** (HI-Diestros y HD-Zurdos). Los mismos resultados se encontraron para el grupo de **No Confluencia**.

**Tabla 7.6. Comparación de los subgrupos de Confluencia (Tukey-HSD)**

V.D.	LECTURA DE	HI-DIES.	HD-ZURD.	q	P<
TIEMPO DE LECTURA (Seg.)	SILABAS	12.305	13.610	2.273	N.S.
	PALABRAS	42.000	44.675	8.522	N.S.
	TEXTO	68.775	80.880	20.209	N.S.
	LECTURA SILENCIOSA	61.760	61.400	19.544	N.S.
ERRORES	PALABRAS	2.150	2.700	1.645	N.S.
	PNS	3.900	4.300	2.130	N.S.
	TEXTO	4.650	5.550	3.443	N.S.
ACIERTOS	COMPRESION	5.375	5.275	1.609	N.S.
NIVEL DE EFICIENCIA	SILABAS	167.89	144.97	23.141	N.S.
	PALABRAS	120.39	110.09	19.424	N.S.
	TEXTO	205.42	173.69	30.594	N.S.
	COMPRESION	9.020	9.352	3.156	N.S.
ACIERTOS	ESCRITURA	7.425	6.900	1.012	N.S.

**Tabla 7.7. Comparación de los subgrupos de No-Confluencia  
(Tukey-HSD)**

V.D.	LECTURA DE	HI-ZURD.	HD-DIES.	q	P<
TIEMPO DE LECTURA (Seg.)	SILABAS	14.655	14.695	2.273	N.S.
	PALABRAS	53.260	52.995	8.522	N.S.
	TEXTO	99.380	104.18	20.209	N.S.
	LECTURA SILENCIOSA	85.075	74.820	19.544	N.S.
ERRORES	PALABRAS	3.500	4.000	1.645	N.S.
	PNS	7.100	5.900	2.130	N.S.
	TEXTO	8.200	8.200	3.443	N.S.
ACIERTOS	COMPRESION	4.350	3.350	1.609	N.S.
NIVEL DE EFICIENCIA	SILABAS	138.12	139.59	23.141	N.S.
	PALABRAS	92.97	94.843	19.424	N.S.
	TEXTO	149.17	147.833	30.594	N.S.
	COMPRESION	6.109	5.044	3.156	N.S.
ACIERTOS	ESCRITURA	6.450	6.350	1.012	N.S.

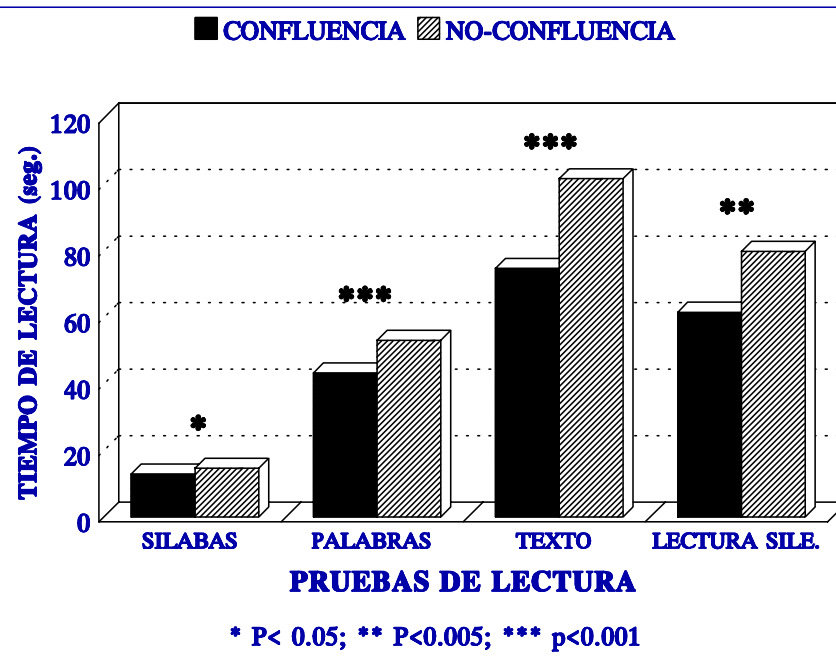
#### 7.3.2.1.- Velocidad Lectora

Considerando de forma conjunta las pruebas de Velocidad Lectora, se obtuvo que los grupos de **Confluencia** y **No Confluencia** difieren significativamente [ $F_{(4,76)} = 4.248$ ,  $p < 0.005$ ], siendo superior el rendimiento del primero de ellos. Cuando parcializamos el análisis, las diferencias entre los grupos fueron significativas para todas las variables: Sílabas, Palabras, Texto y Lectura Silenciosa. Estos resultados pueden consultarse en la tabla 7.8. En la figura 7.8 se representan gráficamente los mismos.

**Tabla 7.8. Análisis Confluencia/No-confluencia.  
(Velocidad Lectora). (V.D. = Tiempo de Lectura).  
g.l. = (1,76)**

	CONFLUENCIA		NO-CONFLUENCIA		F	P<
	x	Sx	x	Sx		
SILABAS	12.95	2.491	14.67	3.791	5.691	0.05
PALABRAS	43.33	9.163	53.12	14.177	13.228	0.001
TEXTO	74.82	14.232	101.78	37.851	17.471	0.001
LECTURA SILENCIOSA	61.58	19.023	79.94	33.969	8.941	0.005

### VELOCIDAD LECTORA



**Figura 7.8. Análisis Confluencia/No-Confluencia.  
(Velocidad lectora). (V.D. = Tiempo de Lectura).**

### 7.3.2.2.- Exactitud Lectora

En el análisis conjunto de las pruebas de Exactitud Lectora se observa que ambos grupos difieren significativamente [ $F_{(3,76)}=4.873$ ,  $p<0.005$ ]. Analizando estos resultados para cada variable, se comprueba que los dos grupos difieren en todas ellas (Palabras, PNS y Texto), manteniéndose la superioridad del grupo de **Confluencia**. Ver tabla 7.9 y figura 7.9. Además, el factor Sexo resultó significativo [ $F_{(1,76)}=5,83$ ,  $P<0.05$ ]. Dichas diferencias se deben a que las mujeres realizan un menor número de errores ( $x=2.450$ ) que los varones ( $x=3.669$ ).

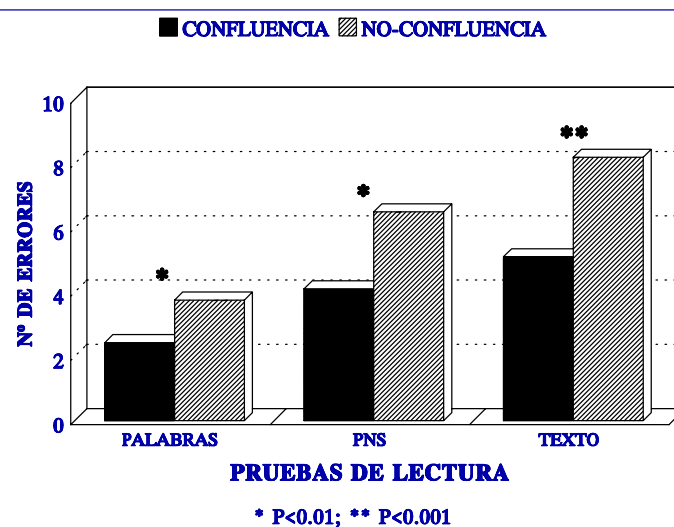
**Tabla 7.9. Análisis Confluencia/No-Confluencia.**

**(Exactitud Lectora) (V.D. = N° de Errores).**

**g.l. = (1,76)**

	CONFLUENCIA		NO-CONFLUENCIA		F	P<
	x	Sx	x	Sx		
PALABRAS	2.425	1.722	3.750	3.750	7.475	0.01
P.N.S.	4.100	2.677	6.500	3.305	13.261	0.001
TEXTO	5.100	3.303	8.200	5.957	7.916	0.01

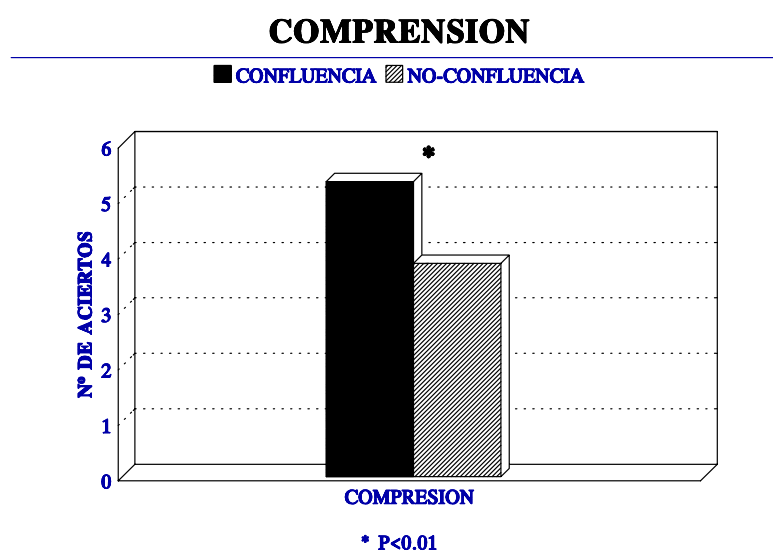


**EXACTITUD LECTORA**

**Figura 7.9. Análisis Confluencia/No-Confluencia.  
(Exactitud Lectora) (V.D. = N° de Errores).**

### 7.3.2.3.- Comprensión.

Contrastando el rendimiento de cada grupo en la variable dependiente Comprensión se observa que, ambos grupos difieren significativamente [ $F_{(1,76)}=7.520$ ,  $p<0.01$ ]. Los aciertos del grupo de **Confluencia** ( $x = 5.325$ ,  $Sx=2.208$ ) son superiores a los del grupo de **No Confluencia** ( $x = 3.850$ ,  $Sx=2.340$ ). La representación gráfica de estos resultados está recogida en la figura 7.10.



**Figura 7.10. Análisis Confluencia/No-Confluencia.**  
(Comprensión lectora). (V.D. = N° de aciertos).

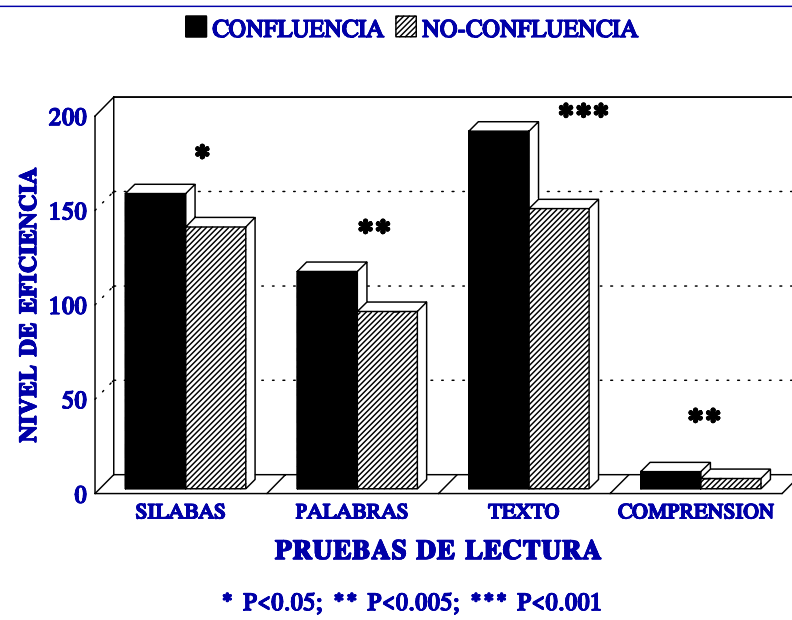
#### 7.3.2.4.- Eficiencia Lectora

Realizado el MANOVA para los índices de eficiencia se obtuvo que, considerando a todos los índices en conjunto, ambos grupos difieren significativamente [ $F_{(4,76)}=5.359$ ,  $p<0.005$ ]. Desglosando estos resultados para cada índice, se obtuvieron nuevamente diferencias en todas las variables (Sílabas, Palabras, Texto y Comprensión). El sentido de las diferencias encontradas siempre suponen una mayor eficiencia en el grupo **Confluencia**. Estos resultados están recogidos en la tabla 7.10. La representación gráfica de estos resultados queda recogida en la figura 7.11.

**Tabla 7.10. Análisis Confluencia/No-Confluencia.  
(Índices de Eficiencia Lectora). g.l. = (1,76)**

	CONFLUENCIA		NO-CONFLUENCIA		F	P<
	x	Sx	x <sub>1</sub>	Sx		
SILABAS	156.4	35.42	138.8	31.10	5.812	0.05
PALABRAS	115.2	27.74	93.9	27.24	12.347	0.005
TEXTO	189.5	37.26	148.5	50.18	17.159	0.001
COMPRESION	9.1	4.63	5.5	4.20	12.3731	0.005

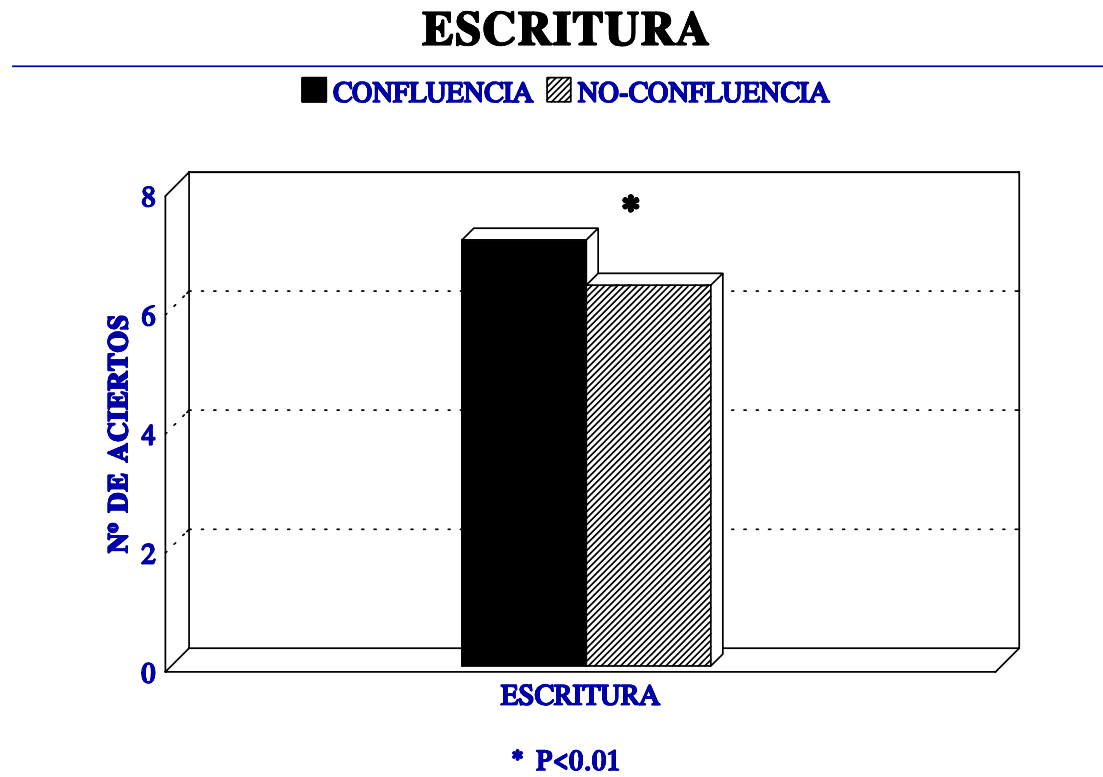
**EFICIENCIA LECTORA**



**Figura 7.11. Análisis Confluencia/No-Confluencia.  
(Índices de Eficiencia Lectora).**

### 7.3.2.5.- Escritura

El ANOVA realizado para esta variable, pone de manifiesto que los grupos difieren significativamente [ $F_{(1,76)} = 6.89, p < 0.01$ ]. Se comprueba como nuevamente, el grupo de **Confluencia** tuvo un mejor rendimiento ( $x = 7.162, Sx = 1.123$ ) que el de **No Confluencia** ( $x = 6.400, Sx = 1.676$ ). En la figura 7.12 se representan gráficamente estos resultados.



**Figura 7.12. Análisis Confluencia/No-Confluencia.  
(Escritura). (V.D. = Nº de aciertos).**

#### 7.4.- DISCUSION

El objetivo de nuestra investigación ha sido probar que la confluencia en un mismo hemisferio de los centros de control del lenguaje y de la mano preferida, supone una organización cerebral más eficaz para el rendimiento lector que la localización de ambos centros en hemisferios diferentes. En este sentido, ni la lateralización del lenguaje por sí sola, ni la preferencia manual serían los factores determinantes de la capacidad lectora.

En el primer bloque de análisis, se ha puesto de manifiesto que, efectivamente, los factores Lateralización del Lenguaje y Preferencia Manual no obtienen resultados significativos. Esta ausencia de efecto es altamente consistente, ya que se produce en todos los parámetros evaluados (Velocidad, Exactitud, Comprensión y Eficiencia), así como en todas las pruebas (Letras Mayúsculas, Letras Minúsculas, Sílabas, etc.).

Este resultado es congruente, y esperado, tras la revisión expuesta en el tratamiento teórico inicial. Como hemos señalado, tanto el estudio de la relación entre preferencia manual y lectura, como entre lectura y lateralización del lenguaje, ha suministrado un importante cúmulo de datos, pero éstos aparecen dispersos y contradictorios. En consecuencia, prácticamente todos los modelos formulados al respecto contaban sólo con evidencias parciales. Esto nos llevaba a concluir que, si bien la existencia de una posible relación parecía tener apoyo, los términos en que se establecía la misma no estaban definidos. En nuestra opinión, esta situación era producto de la consideración aislada de la preferencia manual y la lateralización del lenguaje, que quedaba reflejada en la independencia con la que se habían desarrollado ambas líneas. En este sentido,

los resultados comentados suponen un apoyo importante a nuestra interpretación y, por tanto, a la propuesta de una consideración conjunta de ambos factores.

En esta línea, el siguiente resultado a destacar es que la interacción entre Lateralización del Lenguaje y Preferencia Manual resulta significativa en la mayoría de los análisis. Concretamente, alcanza valores de significación en Velocidad Lectora, para Sílabas, Palabras y ambos Textos; en Exactitud, para las pruebas de Palabras y Texto; en el número de aciertos en Comprensión; y en los Índices de Eficiencia, para Sílabas, Palabras, Texto y Comprensión. Además, en el análisis de la prueba complementaria de Escritura, se obtienen los mismos resultados.

Junto a este resultado, las únicas otras significaciones se obtienen para Sexo y para la interacción Preferencia Manual x Sexo en el análisis de la Exactitud, en las pruebas de Palabras y Letras Mayúsculas, respectivamente. Ambos resultados podemos considerarlos como efectos aislados y claramente parciales, sin relevancia en una consideración global del rendimiento lector.

Por tanto, el único factor que muestra tener una relación consistente con el rendimiento lector es la interacción entre el tipo de especialización hemisférica para el lenguaje que presente un sujeto y su preferencia manual. Esta consistencia queda demostrada cuando observamos que su efecto se produce tanto en la velocidad como en la exactitud y comprensión lectora, y se refleja, además, en los índices que ponen en relación el tiempo de lectura con el nivel de aciertos. Todo ello, supone una confirmación de la premisa básica de nuestra hipótesis.

El segundo bloque de análisis se iniciaba con el contraste entre los dos subgrupos que forman el grupo de sujetos con confluencia en un mismo hemisferio de los centros de control del lenguaje y de la mano preferida, así como entre los dos subgrupos que constituyen el grupo de sujetos en los que esta confluencia no se produce. Este contraste se realizó para todas aquellas variables en las que se obtuvo significación para la interacción Lateralización del Lenguaje x Preferencia Manual. Sus resultados confirmaron nuestra predicción al poner de manifiesto que no existen diferencias en ningún caso. Es decir, los sujetos HI-Diestros y HD-Zurdos presentan un mismo nivel de ejecución lectora, y, de igual forma, los sujetos HI-Zurdos y HD-Diestros tienen un rendimiento lector equivalente.

En la exposición de nuestras conclusiones tras la revisión y la reflexión teórica realizada, planteamos que la contemplación conjunta de la lateralización cerebral para el lenguaje y la preferencia manual, nos sugería que era precisamente la confluencia que se producía en el tipo de organización mayoritaria en la población, el factor que podía estar relacionado con la capacidad lectora. Por tanto, una segunda premisa básica para nuestra hipótesis era la igualdad en rendimiento lector entre los grupos de confluencia (HI-Diestros y HD-Zurdos) y entre los de no confluencia (HI-Zurdos y HD-Diestros). Nuestros resultados apoyan plenamente esta premisa.

Obtenidos resultados satisfactorios con respecto a las dos premisas, pasamos a contrastar directamente nuestra hipótesis. Esto es, contrastar las diferencias en rendimiento lector entre los dos grupos experimentales: Confluencia-No Confluencia.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la superioridad del grupo de Confluencia en todos los aspectos evaluados, Velocidad, Exactitud, Comprensión. Además, la superioridad se mantiene cuando ponemos en relación el tiempo empleado en la tarea con el nivel de corrección con que se realiza ésta, es decir, en los llamados Índices de Eficiencia.

Con respecto al tipo de prueba o nivel de lectura, recuérdese que no se incluyeron los niveles más bajos, Letras mayúsculas y Minúsculas, ya que en ellos no se producían efectos simples ni interacciones. Aunque no realizábamos predicciones sobre el nivel en que se podría detectar el efecto de la confluencia hemisférica, la no obtención de resultados significativos en la lectura de letras era un resultado esperado al tratarse de una tarea de bajo nivel.

El efecto de la confluencia-no confluencia se observa, por un lado, en las pruebas de lectura en voz alta de Sílabas, Palabras, Palabras de Nivel Superior y Texto. El resultado en Sílabas puede merecer algún comentario ya que parece indicar que el efecto de la confluencia se produce incluso en elementos que no tienen una representación léxica, es decir, en unidades sub-léxicas. Quizás, este resultado tenga relación con la consideración de las sílabas como unidades funcionales sub-léxicas. En cualquier caso, hay que señalar que es el efecto menos consistente. Aunque en el índice de eficiencia correspondiente el grupo de Confluencia se mostró superior al de No Confluencia, este resultado se debe especialmente a la diferencia en tiempo de lectura entre ambos grupos, y no a la diferencia en número de respuestas correctas. Por el contrario, en la lectura de palabras y del texto, tanto el tiempo como la exactitud eran significativamente superiores en el grupo de Confluencia y, consecuentemente, lo fueron también los índices de eficiencia.



Por otro lado, la superioridad del grupo de Confluencia se observa también en el tiempo empleado en la lectura silenciosa de un texto, sobre el que se formulaban una serie de preguntas para evaluar la comprensión del mismo. Aunque el tiempo empleado en la lectura de dicho texto era una variable poco precisa, ya que el sujeto podía detenerse y/o retroceder sin control por parte del experimentador, sus resultados van en la misma línea que los restantes.

Del mismo modo, el grupo de Confluencia obtiene también mejores resultados en comprensión, tanto cuando la evaluamos atendiendo tan sólo al número de aciertos, como al calcular el índice de eficiencia correspondiente. El proceso de lectura no se reduce a una conversión de estímulos visuales en fonemas, sílabas o palabras, sino que implica la integración del significado de palabras y frases para acceder al significado global del texto. En este sentido, podríamos considerar la comprensión de un texto como la culminación del proceso lector (Geschwind, 1985; De Vega et al., 1990). Por tanto, la obtención de un superior rendimiento en el grupo de Confluencia pone de manifiesto la relevancia del tipo de organización cerebral para el nivel más alto del proceso lector.

Finalmente, comentar también los resultados de Escritura. Como señalamos, no era nuestro objetivo realizar un examen de la escritura paralelo al realizado para la lectura. Sin embargo, dada la estrecha relación entre ambos procesos, incluimos una evaluación de la misma que nos pudiera aportar algún dato complementario. Los resultados obtenidos indican que el efecto de la confluencia hemisférica alcanza también al proceso de escritura, siendo por tanto, un apoyo a los efectos observados sobre la ejecución lectora.

En resumen, a partir de la consideración conjunta de los dos bloques de análisis realizados, hemos obtenido evidencias a favor de nuestra hipótesis en todas las variables examinadas, excepto en la lectura de letras, resultado explicable al ser ésta una tarea de bajo nivel.

Un resultado que queremos comentar es el relativo al factor Sexo, incluido en todos los análisis realizados. Sólo han aparecido resultados significativos para este factor en el parámetro Exactitud y para el caso concreto de lectura de Palabras. Entre las posibles interacciones con otros factores, en el primer bloque de análisis, únicamente resultó significativa la interacción Preferencia Manual x Sexo, también en Exactitud pero, en este caso, afectando a la lectura de Letras Mayúsculas. Como puede observarse, se trata de datos aislados y poco consistentes, por lo que consideramos que ponen de manifiesto la ausencia de un efecto real de la variable Sexo.

En el campo de la asimetría cerebral, el tema de las diferencias sexuales ha estado presente en numerosas investigaciones, señalándose la posibilidad de una mayor tendencia hacia la bilateralización para el lenguaje en las mujeres (McGlone, 1980; Barroso y Nieto, 1986; Nieto, et al., 1990) así como de una menor incidencia de la preferencia manual izquierda (Oldfiel, 1971; Thompson y Marsh, 1976; Lansky, Feinstein y Peterson, 1988). Ha estado también presente en el campo de las alteraciones en lectura, dónde se ha postulado una mayor presencia de varones entre la población disléxica (Critchley y Critchley, 1978). Todos estos planteamientos cuentan con evidencias parciales.

Por lo que respecta a nuestros estudios, en las fases anteriores del presente trabajo, varones y mujeres obtenían los mismos resultados, tanto en Preferencia Manual (Primera Fase), como en Lateralización del lenguaje

(Segunda Fase). Estos resultados no apoyan, por tanto, la existencia de diferencias sexuales en ninguno de los dos factores. En cualquier caso, los resultados de esta tercera fase indican que, cuando se parte de una misma organización asimétrica respecto a estos factores, varones y mujeres muestran un mismo rendimiento lector.

Nuestros resultados tienen importantes implicaciones a la hora de valorar los estudios dirigidos a establecer diferencias en la presencia de cada sexo en la población con alteraciones lectoras. Estas diferencias pueden no estar determinadas por el factor sexo en sí mismo, sino por la distribución de una organización cerebral determinada en las muestras utilizadas por los diferentes autores. Si fuera posible revisar los trabajos realizados al respecto, y completarlos desde esta perspectiva, un reanálisis de sus resultados podría esclarecer la controversia existente y aportar evidencias relevantes para los modelos propuestos.

Tomados en su conjunto, los resultados aportados en este trabajo no pueden ser comparados directamente con estudios anteriores. El acercamiento mayoritario para establecer relaciones entre la asimetría funcional cerebral y la lectura ha consistido en contrastar la lateralización cerebral, o la preferencia manual, de sujetos con alteraciones lectoras y lectores normales. En ambas líneas, el examen de los procedimientos empleados para formar las muestras de sujetos con alteraciones lectoras, pone de manifiesto que se ha trabajado con sujetos agrupados bajo la calificación genérica de *dificultades del aprendizaje*; sujetos considerados disléxicos a partir de autoinformes (Geschwind y Behan, 1982; Schachter, Ransil y Geschwind, 1987); seleccionados en servicios clínicos, sin informar ni confirmar directamente los criterios para el diagnóstico

de dislexia (Thomson, 1976; Annet y Kilsaw, 1984; Cohen, Hynd y Hugdahl, 1992); o diagnosticados por los propios autores como disléxicos e incluyendo, o no descartando, la presencia de alteraciones en otras áreas (Dalby y Gibson, 1981; Aylward, 1984; Kershner y Morton, 1990; Kershner y Micalleff, 1992). Son escasos los trabajos realizados con malos lectores no disléxicos y de ellos, la mayoría han empleado procedimientos taquistoscópicos, cuyo uso en niños y especialmente en niños con alteraciones lectoras, está altamente cuestionado. En suma, tal como hemos señalado anteriormente, no sólo ha existido una gran heterogeneidad en las muestras utilizadas sino que, además, las deficiencias resumidas han contaminado de forma importante los resultados obtenidos.

Al margen de la imposibilidad de realizar un contraste directo entre nuestros resultados y los obtenidos por otros autores, queremos señalar cuáles serían las implicaciones de nuestra hipótesis con respecto a dichos estudios.

Por lo que se refiere a la lateralización del lenguaje, podría argumentarse que los disléxicos estudiados deben ser, según nuestra hipótesis, sujetos que presenten una organización asimétrica propia del grupo de No Confluencia. Por tanto, y dado que las muestras incluyen sólo diestros, estos sujetos debían presentar una lateralización derecha del lenguaje. Según esto, las comparaciones realizadas entre lectores normales y disléxicos debían haber puesto de manifiesto una inversión de la asimetría cerebral. Si bien algunos obtienen resultados en esta línea (v.g., Thomson, 1976), el resultado mayoritario es la no diferencia en lateralización entre ambos grupos o una tendencia a la bilateralización en disléxicos (v.g., Obrzut, 1979; Dalby y Gibson, 1981; Kershner y Micalleff, 1992; Cohen, Hynd y Hugdahl, 1992). Por lo que se refiere a los estudios sobre la prevalencia de la preferencia manual izquierda en la población disléxica,

podría desprenderse de nuestra hipótesis que en esta población la presencia de zurdos debería ser, como mínimo, muy superior a la encontrada en la población en general. Tampoco este resultado ha encontrado un apoyo mayoritario, contando tanto con evidencias a favor (v.g., Geschwind y Behan, 1982; Annett y Kilshaw, 1984; Schachter, Ransil y Geschwind, 1987), como en contra (v.g., Hugdahl, Synnevag y Satz, 1990; Gilger, et al., 1992; Ross, Lipper y Auld, 1992).

En nuestra opinión, el que las predicciones que se desprenderían de nuestra hipótesis no se confirmen en los trabajos anteriores, se debe, al menos, a dos razones fundamentales. En primer lugar, tal como hemos señalado, los resultados de los estudios expuestos están altamente contaminados por las deficiencias encontradas en la selección de sujetos. Esta contaminación pone incluso en duda su significado para el entendimiento de la relación lateralización del lenguaje-lectura. En segundo lugar, nuestra hipótesis vincula el rendimiento lector con una determinada forma de organización cerebral. Sin embargo, en modo alguno estamos considerando que ésta sea la única relación entre funcionamiento cerebral y lectura. Otros factores como la maduración cerebral, la facilitación-inhibición interhemisférica, el desarrollo de las comisuras cerebrales, factores genéticos, etc., pueden también modular la adquisición y ejecución de este proceso. Así, el contraste de la lateralización del lenguaje, o la preferencia manual, entre disléxicos y lectores normales, no es un procedimiento adecuado para verificar la vinculación propuesta entre asimetría cerebral y rendimiento lector. Sus resultados serán confusos, ya que una muestra de disléxicos, aún suponiendo que estuviera bien seleccionada, estará constituida no sólo por sujetos que presentan un patrón de no concordancia entre estas dos formas de expresión de la asimetría cerebral, sino que, probablemente, también incluya sujetos cuya alteración tiene su origen en otros factores.

En resumen, a partir de nuestros resultados queda demostrado que, en primer lugar, es el efecto de la interacción entre la lateralización cerebral del lenguaje y la preferencia manual el que explica la relación entre asimetría cerebral y rendimiento lector, y no el efecto aislado de cada uno de estos factores. En segundo lugar, el rendimiento de los sujetos en los que confluye los centros de control del lenguaje y mano preferida es equivalente, independientemente del hemisferio donde se produzca esta confluencia. Igualmente, tampoco difiere entre los sujetos en los que no se produce la citada confluencia. En tercer lugar, y objetivo central del presente trabajo, ha quedado demostrado que los sujetos que presentan la confluencia hemisférica descrita, tienen un rendimiento lector superior al de aquellos que no la presentan. En cuarto y último lugar, varones y mujeres, siempre que presenten un mismo tipo de organización asimétrica para estos factores, no difieren en su rendimiento lector.

Desde la perspectiva de la Neuropsicología, y concretamente desde la Asimetría Cerebral, consideramos que nuestro trabajo realiza una contribución importante a la hora de precisar la relación entre la asimetría cerebral y lectura. Esta contribución tiene un carácter integrador, al establecer una relación concreta entre factores que la mayoría de los estudios han vinculado de forma aislada con el proceso de la lectura.

Como hemos señalado, no pretendemos que nuestra aportación recoja toda la relación existente entre funcionamiento cerebral y lectura. Es decir, no pretendemos que la única causa de toda alteración en el rendimiento lector sea una organización asimétrica no confluyente. Futuras investigaciones deben establecer el peso de este factor en determinar diferencias en ejecución lectora y

en la aparición de los problemas de lectura. En este sentido, sería interesante comprobar la influencia de este factor en adultos; o establecer la incidencia de la organización cerebral propuesta en buenos frente a malos lectores y disléxicos.

Finalmente, si bien hemos concretado la influencia de esta organización asimétrica en la capacidad lectora, consideramos que sus efectos deben alcanzar otras esferas del lenguaje, y que el estudio de tales efectos constituye una prometedora línea de investigación.





## **8.- CONCLUSIONES**



La consideración conjunta de los resultados del presente trabajo nos permite extraer las siguientes conclusiones:

*1.- La relación entre Asimetría Cerebral y rendimiento lector es el resultado de la interacción entre la Lateralización cerebral del Lenguaje y la Preferencia Manual, y no el resultado del efecto aislado de cada uno de estos factores.*

*2.- El rendimiento lector de los sujetos en los que confluyen los centros de control del lenguaje y mano preferida es equivalente, independientemente del hemisferio donde se produzca esta confluencia. Igualmente, tampoco difieren en los sujetos en los que no se produce la citada confluencia.*

*3.- Los sujetos que tienen localizado en un mismo hemisferio los centros de control del lenguaje y de la mano preferida, tienen un rendimiento lector superior al de aquellos en los que estos centros se localizan en diferente hemisferio.*

*4.- Varones y mujeres, siempre que presenten un mismo tipo de organización asimétrica para los factores anteriores, no difieren en su rendimiento lector.*

*5.- Futuras investigaciones deben establecer el peso de la confluencia hemisférica en determinar diferencias en capacidad lectora y en la aparición de los problemas de lectura. Del mismo modo, deben establecer si sus efectos alcanzan otras esferas del lenguaje.*

*6.- Las Tareas Concurrentes, cuando se cumplen los requisitos metodológicos necesarios, son un procedimiento adecuado para obtener indicadores de la lateralización cerebral del lenguaje.*

## **9.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**



- ANNETT, M.** (1967). The bimodal distribution of right, mixed and left handedness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **19**, 327-333.
- ANNETT, M.** (1972). The distribution of manual asymmetry. *British Journal of Psychology*, **63**, 343-358.
- ANNETT, M.** (1973). Handedness in families. *Annals of human Genetics*, **37**, 93-105.
- ANNETT, M.** (1975). Hand preference and the laterality of cerebral Speech. *Cortex*, **11**, 305-328.
- ANNETT, M. y KILSHAW, D.** (1984). Lateral preference and skill in dyslexics: Implication of the right shift theory. *Journal of Clinical Psychology-Psychiatric*, **25**, 3, 357-377.
- ASHTON, R. y MCFARLAND, K.** (1991). A simple dual-task study of laterality, sex differences and handedness. *Cortex*, **27**, 105-109.
- AYLWARD, E. H.** (1984). Lateral asymmetry in subgroups of dyslexic children. *Brain and Language*, **22**, 221-231.
- BAKER, D.J.** (1973). Hemispheric specialization and stages in the learning-to-read process. *Bulletin of the Orton Society*, **23**, 15-27.
- BAKER, D.J.** (1979b). Hemispheric differences and reading strategies: two dyslexias. *Bulletin of the Orton Society*, **29**, 84-100.
- BAKKER, D.J.; HOEFKINS, M. y VAN DER VLUGT, H.** (1979). Hemispheric specialization in children as effected in the longitudinal development of ear asymmetry. *Cortex*, **15**, 619-626.

- BAKKER, D.J.; SMINK, T. y REITSMA, P.** (1973). Ear dominance and reading ability. *Cortex*, **9**, 301-312.
- BAKKER, D.J.; VAN LEEUWEN, H.M.P. y SPYER, G.** (1987). Neuropsychological aspects of dyslexia. *Child Health and Development*, **5**, 30-39.
- BANNATYNE, A.D.** (1966a). The etiology of dyslexia and the color phonics system. En J. Money (Ed.). *The Disabled Reader: Education of dyslexic Child*, Baltimore, Johns Hopkins Press.
- BARROSO, J. y NIETO, A.** (1986). Diferencias sexuales en la asimetría cerebral en el procesamiento de material verbal visual. *Revista de Psicología General y Aplicada*, **41**, 289-300.
- BARROSO, J. y NIETO, A.** (1987). Asimetría cerebral en el procesamiento de material verbal: diferencias cuantitativas. *Psiquis*, **8**, 3, 41-53.
- BEATON, A.** (1985). *Left Side Right Side: A Review of Laterality Research*. London. Batsford Academic.
- BEAUMONT, J.G.** (1974). Handedness and hemisphere function. En S.J. Dimond y J.G. Beaumont (Eds.). *Hemisphere Function in the Human Brain*. New York. John Wiley.
- BEAUMONT, J.G.** (1983). Methods for studying cerebral hemisphere functions. En A.W. Young (Ed.) *Functions of the Right Cerebral Hemisphere*. London. Academic Press.
- BEAUMONT, J.G. y RUGG, M.D.** (1978). Neuropsychological laterality of function and dyslexia: A new hypothesis. *Dyslexia Review*, **1**, 18-21.
- BEUKELAAR, L.J. y KRONENBERG, P.M.** (1986). Changes over times in the relationship between hand preference and writing hand among left-handers.



- Neuropsychologia*, **24**, 2, 301-303.
- BISHOP, D.V.M.** (1990). Handedness, clumsiness and developmental language disorders. *Neuropsychologia*, **28**, 7, 681-690.
- BODER, E.** (1973a). Developmental dyslexia: a diagnostic approach based on three atypical reading patterns. *Developmental Medicine and Child Neurology*, **15**, 663-687.
- BODER, E. y JARRICO, S.** (1982). *The Boder test of Reading-Spelling Patterns*. New York. Grune and Stratton.
- BOLIEK, C.A.; OBRZUT, J.E. y SHAW, D.** (1988). The effects of hemispatial and asymmetrically focused attention on dichotic listening with normal and learning-disabled children. *Neuropsychologia*, **26**, 3, 417-433.
- BOWERS, D.; HEILMAN, K.M. SATZ, P. y ALTMAN, A.** (1978). Simultaneous performance on verbal, nonverbal, and motor tasks by right-handed adults. *Cortex*, **14**, 540-556.
- BRADSHAW, J.L. y NETTLETON, N.C.** (1981). The nature of hemispheric specialization in man. *Behavioral and Brain Sciences*, **4**, 51-63.
- BRADSHAW, J.L. y NETTLETON, N.C.** (1983). *Human cerebral asymmetry*. New Jersey. Prentice-Hall, Inc.
- BRANCH, C.; MILNER, B. y RASMUSSEN, T.** (1964). Intracarotid sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. Observations in 123 patients. *Journal of Neurosurgery*, **21**, 399-405.
- BRIGGS, G.G.** (1975). A comparison of attentional and control shift models of the performance of concurrent task. *Acta Psychologica*, **39**, 183-191.

- BRIGGS, G.G. y NEBES, R.** (1975). Patterns of hand preference in a student population. *Cortex*, **11**, 230-238.
- BRINKMAN, J. y KUYPERS, H.G.J.M.** (1972). Split-brain monkeys: cerebral control of ipsilateral and contralateral arm, hand and finger movements. *Science*, **176**, 536-539.
- BROADBENT, D.E.** (1952). Listening to one of two synchronous messages. *Journal of Experimental Psychology*, **44**, 51-55.
- BRYDEN, M.P.** (1982). *Laterality: Functional asymmetry in the intact brain*. New York. Academic Press.
- CHAVANCE, M.; DELLATOLAS, G.; BOUSSER, M.G.; AMOR, B.; GRARDEL, B.; KAHAN, A.; KAHN, M.F.; Le FLOCH, J. P. y TCHOBROUTSKY, G.** (1990). Handedness, immune disorders and information bias. *Neuropsychologia*, **28**, 5, 429-441.
- CHERRY, B. y KEE, D.W.** (1991). Dual-task interference in left-handed subjects: Hemispheric specialization vs manual dominance. *Neuropsychologia*, **29**, 12, 1251-1255.
- COHEN, M.; HYND, G. y HUGDAHL, K.** (1992). Dichotic listening performance in subtypes of developmental dyslexia and a left temporal lobe brain tumor contrast group. *Brain and Language*, **42**, 187-202.
- CONNOLLY, K.J. y BISHOP, D.V.M.** (1992). The measurement of handedness: a cross-cultural comparison of samples from England and Papua New Guinea. *Neuropsychologia*, **30**, 1, 13-26.

- CORBALLIS, M.C.** (1983). *Human Laterality*, New York. Academic Press.
- COREN, S.; PORAC, C. y DUNCAN, P.** (1979). A behavioral validated self-report inventory to assess four types of lateral preference. *Journal of Clinical Neuropsychology*, **1**, 55-65.
- CRITCHLEY, M. y CRITCHLEY, E.A.** (1978). *Dyslexia Defined*. London. Heinemann Medical Books.
- DALBY, J.T.** (1980). Hemispheric timesharing: Verbal and spatial loading with concurrent unimanual activity. *Cortex*, **16**, 567-573.
- DALBY, J.T. y GIBSON, D.** (1981). Functional cerebral lateralization in subtypes of disabled readers. *Brain and Language*, **14**, 34-48.
- DARGENT-PARÉ, C.; DE-AGOSTINI, M.; MESBAH, M. y DELLATOLAS, G.** (1992). Foot and eye preferences in adults: relationship with handedness, sex and age. *Cortex*, **28**, 343-351.
- DAWE, S. y CORBALLIS, M.C.** (1986). The influence of gender, handedness and head-turn on auditory asymmetries. *Neuropsychologia*, **24**, 6, 857-862.
- DELLATOLAS, G.; TUBERT, P.; CASTRESANA, A.; MESBAH, M.; GIALONARDO, T.; LAZARATOU, H. y LELLOUCH, J.** (1991). Age and chort effects in adult handedness. *Neuropsychologia*, **29**, 3, 255-261.
- DUARA, R.; GROSS-GLENN, K.; BAKER, W.; LOEWENSTEIN, D.; CHANG I.Y.; APICELLA, A.; YOSHII, F.; PASCAL, S. y LUBS, H.** (1989). PET studies during reading in dyslexics and controls. *Journal of Cerebral Blood Flow Metabolism*, **9**, 1, 342.

- DUFFY, F.H.; DENCKLA, M.B.; BARTELS, P. H. y SANDINI, G.** (1980a). Dyslexia: regional differences in brain electrical activity to topographic mapping. *Annals of Neurology*, **7**, 412-420.
- DUFFY, F.H.; DENCKLA, M.B.; BARTELS, P. H.; SANDINI, G. y KIESSLING, L.F.** (1980b). Dyslexia: Automated diagnosis by computerized classification of brain electrical activity. *Annals of Neurology*, **7**, 421-428.
- DUFFY, F.H. y MCANULTY, G.B.** (1985). Cartografía de la actividad eléctrica cerebral (BEAM): la búsqueda de una huella fisiológica de la dislexia. En F.H. Duffy y N. Geschwind (Eds.). *Dislexia: aspectos psicológicos y neurológicos*. (pp. 99-114). Barcelona, Labor, S.A.
- DUFFY, F.H. y MCANULTY, G.B.** (1990). Neurophysiological heterogeneity and the definition of dyslexia: Preliminary evidence for plasticity. *Neuropsychologia*, **28**, 6, 555-571.
- EIDELBERG, D. y GALBURDA, A.M.** (1982). Symmetry and asymmetry in the human posterior thalamus: I Cytoarchitectonic analysis in normal persons. *Archives of Neurology*, **41**, 843-852.
- ELLIOTT, D.; WEEKS, D.J. y JONES, R.** (1986). Lateral asymmetries in finger-tapping by adolescents and young adults with Down's syndrome. *American Journal of Mental Deficiency*, **90**, 472-475.
- FEIN, G.; GALIN, D.; JOHNSTONE, J.; YINGLING, C.D.; MARCUS, M. y KIERSH, M.E.** (1983). Electroencephalogram power spectra in normal and dyslexic children: 1. reliability during passive conditions. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **55**, 399-405.

- FENNEL, E.; SATZ, P. y MORRIS, R.** (1983). The development of handedness and dichotic ear listening asymmetries in relation to school achievement: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, **35**, 248-262.
- FENNELL, E.B.** (1986). Handedness in neuropsychological research. En J. Hannay (Ed.) *Experimental Techniques in Human Neuropsychology*. (pp. 15-44). New York. Oxford University Press.
- FRIED, I.; TANGUAY, P.E.; BODER, E.; DOUBLEDAY, C. y GREENSITE, M.** (1981). Developmental dyslexia: electrophysiological evidence of clinical subgroups. *Brain and Language*, **12**, 14-22.
- FULLER, P.W.** (1977). Computer estimated alpha attenuation during problem solving in children with learning disabilities. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **42**, 149-156.
- GALABURDA, A.M.; ABOITIZ, F.; ROSEN, G.D. y SHERMAN, G.F.** (1986). Histological asymmetry in the primary visual cortex of the rat: implications for mechanisms of cerebral asymmetry. *Cortex*, **22**, 151-160.
- GALABURDA, A.M.; CORSIGLIA, J.; ROSEN, G.D. y SHERMAN, G.F.** (1987). Planum temporale asymmetry, reappraisal since Geschwind and Levitsky. *Neuropsychologia*, **25**, **6**, 853-868.
- GALABURDA, A.M. y KEMPER, T.L.** (1979). Cytoarchitectonic abnormalities in developmental dyslexia: A case study. *Annals of Neurology*, **6**, 94-100.
- GALABURDA, A.M.; SHERMAN, G.F.; ROSEN, G.D.; ABOITIZ, F. y GESCHWIND, N.** (1985). Developmental dyslexia: Four consecutive patients with

cortical anomalies. *Annals of Neurology*, **18**, 2, 222-233.

**GALIN, D.; HERRON, J.; JOHNSTONE, J.; FEIN, G. y YINGLING, C.** (1988). EEG alpha asymmetry in dyslexics during speaking and block desing tasks. *Brain and Language*, **35**, 241-253.

**GESCHWIND, N.** (1985). Fundamentos biológicos de la lectura. En F.H. Duffy y N. Geschwind (Eds.). *Dislexia: Aspectos Psicológicos y Neurológicos*. (pp. 180-191) Barcelona. Labor, S.A.

**GESCHWIND, N. y BEHAN, P.** (1982). Left-handedness: association with immune disease, migraine, and developmental learning disorders. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **29**, 5097-5100.

**GESCHWIND, N. y BEHAN, P.** (1984). Laterality, hormones and immunity. En N. Geschwind y A.M. Galaburda (Eds.) *Cerebral Dominance*. London. Harvard University Press.

**GESCHWIND, N. y LEVITSKY, W.** (1968). Human brain: Right-left asymmetries in temporal speech region. *Science*, **161**, 186-187.

**GEVINS, A.S.; ZETLIN, G.; DOYLE, J.; YINGLING, C.; SCHAFFER, R.; CALLAWAY, E. y YEAGER, C.** (1979c). Electroencephalogram correlates of higher cortical functions. *Science*, **203**, 665-668.

**GILBERT, A.N. y WYSOCKI, C.J.** (1992). Hand preference and age in the United States. *Neuropsychologia*, **30**, 7, 601-608.

**GILGER, J.W.; PENNINGTON, B.F.; GREEN, P.; SMITH, S.M. y SMITH, S.D.** (1992). Reading disability, immune disorder and non-right-handedness: Twin and family studies of their relations. *Neuropsychologia*, **30**, 3, 209-227.

- GROSS-GLENN, K.; DUARA, R.; YOSHII, F.; BAKER, W.; CHANG J.Y.; APICELLA, A.; BOOTHE, T. y LUBS, H. A.** (1990). PET scan studies: Familial dyslexics. En G.Th. Pavlidis (Ed.). *Perspectives on Dyslexia (vol. 1): Neurology, Neuropsychology and Genetics*. (pp. 109-118). New York. John Wiley and Sons.
- HANNAY,H.J.** (1986). *Experimental Techniques in Human Neuropsychology*. New York. Oxford University Press
- HARDYCK, C.; PETRINOVITCH, L.F. y GOLDMAN, R.** (1976). Left handedness and cognitive deficit. *Cortex*, **12**, 266-278.
- HARDYCH, C. y PETRINOVTICH, L.** (1977). Left-handedness. *Psychological Bulletin*, **84**, 385-404.
- HARRIS, A.J.** (1947). *Tests of Lateral Dominance*. New York. Psychological Corporation. (v.c., 1978), *Tests de Dominancia Lateral*. Madrid. TEA Ediciones, S.A.
- HASLAM, R.H.; DALBY, J.T.; JOHNS, R.D. y RADEMAKER, A.W.** (1981). Cerebral asymmetry in developmental dyslexia. *Archives of Neurology*, **38**, 679-682.
- HATTA, T y IKEDA, K.** (1988). Hemispheric specialization of abacus experts in mental calculation: Evidence from the results of time-sharing tasks. *Neuropsychology*, **26**, 877-893.
- HAYNES, W.O.; HAYNES, M.D. y STRICKLAND-HELMS, D.F.** (1989). Alpha hemispheric asymmetry in children with learning disabilities and normally achieving children during story comprehension and rehearsal prior to narrative production. *Journal of Learning Disabilities*, **22**, 6, 391-396.

**HELLIGE, J.B. y LONGSTRETH, L.E.** (1981). Effects of concurrent hemispheric-specific activity on unimanual tapping rate. *Neuropsychologia*, **19**, 1-10.

**HECAEN, H. y SAUGET, J.** (1971). Cerebral dominance in left-handed subjects. *Cortex*, **7**, 19-48.

**HEPPER, P.G.; SHAHIDULLAH, S. y WHITE, R.** (1991). Handedness in the human fetus. *Neuropsychologia*, **29**, 11, 1107-1111.

**HERNANDEZ, P.** (1983b). *Rendimiento, Adaptación e Intervención Psicoeducativa*. La Laguna. Secretariado de Publicaciones Universidad de La Laguna.

**HERNANDEZ, S.; NIETO, A. y BARROSO, J.** (1992). Hemispheric specialization for word classes with visual presentations and lexical decision task. *Brain and Cognition*, **20**, 399-408.

**HERRON, J.** (1980). *Neuropsychology of Left-Handedness*. New York. Academic Press.

**HICKS, R.E.** (1975). Intrahemispheric response competition between vocal and unimanual performance in normal adult human males. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **89**, 50-60.

**HICKS, R.E. y KINSBOURNE, M.** (1978). Human handedness. En M. Kinsbourne (Ed.). *Asymmetrical Function of the Brain*. (pp. 523-549). New York. Cambridge University Press.

**HICKS, R.E.; BRADSHAW, G.J.; KINSBOURNE, M. y FEIGIN, D.S.** (1978). Vocal-manual trade-offs in hemispheric sharing of human performance control. *Journal of Motor Behavior*, **10**, 1-6.



- HICKS, R.E.; PROVENZANO, F.J. y RYBSTEIN, E.D.** (1975). Generalized and lateralized effects of concurrent verbal rehearsal upon performance of sequential movements of the fingers by left and right hands. *Acta Psychologica*, **39**, 119-130.
- HISCOCK, M.** (1982). Verbal-manual time sharing in children as a function of task priority. *Brain and Cognition*, **1**, 119-131.
- 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.
- HISCOCK, M.; CHEESMAN, J.; INCH, R; CHIPUER, H.M. y GRAFF, L.A.** (1989). Rate and variability of finger tapping as measures of lateralized concurrent task effects. *Brain and Cognition*, **10**, 87-104.
- HISCOCK, M. y KINSBOURNE, M.** (1978). Ontogeny of cerebral dominance: Evidence from time-sharing asymmetry in children. *Developmental Psychology*, **14**, 321-329.
- HISCOCK, M. y KINSBOURNE, M.** (1980). Asymmetry of verbal-manual time sharing in children: A follow-up study. *Neuropsychologia*, **18**, 321-329.
- HIER, D.B.; LEMAY, M.; ROSENBERGER, P.B. y PERLO, V.P.** (1978). Developmental dyslexia: evidence for a subgroup with a reversal of cerebral asymmetry. *Archives of Neurology*, **35**, 90-92.
- HOLMAN, B.L.; NAGEL, J.S.; JOHSON, K.A. y HILL, T.C.** (1991). Imaging dementia with SPECT. En R.A. Zappulla; F.F. LeFever; J. Jaeger y R. Bilder (Eds.). *Windows on the Brain: Neuropsychology's Technological Frontiers* (pp.128-144). New York. New York Academy of Science.

- HUGDAHL, K.; ELLERTSEN, B.; WAALER, P. E.; KLOVE, H.** (1989). Left and right-handed dyslexic boys: An empirical test of some assumptions of the Geschwind-Behan hypothesis. *Neuropsychologia*, **27**, 2, 223-231.
- HUGDAHL, K.; SYNNEVAG, B. y SATZ, P.** (1990). Immune and autoimmune diseases in dyslexic children. *Neuropsychologia*, **28**, 7, 673-679.
- HUGHES, J.R.** (1982). The electroencephalogram and reading disorders. En R.N. Malatesha y P.G. Aaron (Eds.). *Reading Disorders: Varieties and Treatments*. (pp. 234-253). New York, Academic Press.
- HUGHES, M. y SUSSMAN, H.M.** (1983). An assessment of cerebral dominance in language disordered children via a timme-sharing paradigm. *Brain and Language*, **19**, 48-64.
- HYND, G.W.; HALL, J.; BLACK, K.; GONZALEZ, J.; RICCIO, C. y COHEN, M.** (1993). Corpus callosum morphology in developmental dyslexia. Comunicación presentada en el *Congreso Anual de la Sociedad Europea de Neuropsicología Internacional (INS)*. Madeira, Portugal.
- HYND, G.W.; HYND, G.W.; SULLIVAN, H. y KINGSBURY, T.** (1987). Regional cerebral blood flow (rCBF) in developmental dyslexia: Activation during reading in a surface and deep dyslexic. *Journal of Learning Disabilities*, **20**, 294-300.
- HYND, G.W.; MARSHALL, R.M. y SEMRUD-CLIKEMAN, M.** (1991). Developmental dyslexia, neurolinguistic theory and deviations in brain morphology. *Reading and Writing*, **3**, 345-362.
- HYND, G.W.; OBRZUT, J.E.; WEED, W. y HYND, C.R.** (1979). Development of cerebral dominance: Dichotic listening asymmetry in normal and learning-disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, **28**, 445-454.

- HYND, G.W. y SEMRUD-CLIKEMAN, M.** (1989a). Dyslexia and brain morphology. *Psychological Bulletin*, **106**, 3, 447-482.
- HYND, G.W. y SEMRUD-CLIKEMAN, M.** (1989b). Dyslexia and Neurodevelopmental pathology: Relationships to cognition, intelligence, and reading skill acquisition. *Journal of Learning Disabilities*, **22**, 4, 204-216.
- JERNIGAN, T.L.; HESSLINK, J. y TALLAL, P.** (1987). Cerebral morphology on magnetic resonance imaging in developmental aphasia. *Social Neurosciences Abstract*, **13**, 1, 651.
- JOHNSON, D.J. y MYCKLEBUST, H.R.** (1967). *Learning Disabilities*, New York. Grune and Stratton.
- JOHNSON, O. y KOZMAN, A.** (1977). Effects of concurrent verbal and musical tasks on a unimanual skill. *Cortex*, **13**, 11-16.
- KANDEL, E.R. y SCHWARTZ, J.H.** (1985). *Principles of Neural Science* (2<sup>ª</sup> eds.). New York, Elsevier.
- KAUFMANN, W.E. y GALABURDA, A.M.** (1989a). Cerebrocortical microdysgenesis in neurologically normal subjects: a histopathologic study. *Neurology*, **39**, 238-244.
- KAUFMAN, W.E. y GALABURDA, A.M.** (1989b). Organización cerebral del lenguaje y los trastornos de la lectura. Comunicación presentada al *V Simposio Escuelas de Logopedia y Psicología del Lenguaje: La Lectura*. Salamanca.
- KAUFMAN, A.S.; ZALMA, R. y KAUFMAN, R. W.** (1978). The relationship of hand dominance to the motor coordination, mental ability, and right-left awareness of young normal children. *Child Development*, **4**, 74-81.

- KEE, D.W. y CHERRY, B.** (1990). Lateralized interference in finger tapping: initial value differences do not affect the outcome. *Neuropsychologia*, **28**, 3, 313-316.
- KELLY, J.P.** (1985a). Anatomical basis of sensory perception and motor coordination. En E.R. Kandel y J.H. Schwartz (Eds.). *Principles of Neural Science*. (2ª eds.), (pp. 222-243). New York, American Elsevier.
- KELLY, J.P.** (1985b). Auditory system. En E.R. Kandel y J.H. Schwartz (Eds.). *Principles of Neural Science* (2ª eds.), (pp. 396-408). New York, American Elsevier.
- KERSHNER, J. R.** (1977). Cerebral dominance in disabled readers, good readers, and gifted children: search for a valid model. *Child Development*, **48**, 61-67.
- KERSHNER, J.R. y MICALLEFF, J.** (1992). Consonant-Vowel lateralization in dyslexic children: Deficit or compensatory development?. *Brain and Language*, **43**, 66-82.
- KERSHNER, J.R. y MORTON, L.L.** (1990). Directed attention dichotic listening in reading disabled children: A test of four models of maladaptive lateralization. *Neuropsychologia*, **28**, 2, 181-198.
- KIMURA, D.** (1961a). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, **15**, 166-171.
- KINSBOURNE, M.** (1978). *Asymmetric Function of the Brain*. Cambridge, Cambridge University Press.
- KINSBOURNE, M. y COOK, J.** (1971). Generalized and lateralized effects of concurrent verbalization on a unimanual skill. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **23**, 341-345.

- KINSBOURNE, M. y HICKS, R.E.** (1978). Functional cerebral space: A model for overflow, transfer and interference effects in human performance. En J. Requin (Ed.). *Attention and Performance VII*. Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum.
- KINSBOURNE, M. y HISCOCK, M.** (1983). Asymmetries of dual-task performance. En J. Hellige (Ed.), *Cerebral Hemisphere Asymmetry: Method, Theory and Application*. New York, Praeger.
- KINSBOURNE, M. y McMURRY, J.** (1975). The effect of cerebral dominance on time sharing between speaking and tapping by preschool children. *Child Development*, **46**, 240-242.
- KINSBOURNE, M. y WARRINGTON, E.** (1963). Developmental factors in reading and writing backwardness. *British Journal of Psychology*, **54**, 145-156.
- LABARBA, R.C. y KINGSHERG, S.A.** (1990). Cerebral lateralization of familiar and unfamiliar music perception in nonmusicians: A dual task approach. *Cortex*, **26**, 4, 567-574.
- LABARBA, R.C.; KINGSHERG, S.A.; MARTIN, P.A. y PELLEGRIN, K.** (1989). Cerebral lateralization of music perception in the dual task paradigm: Unfamiliar melody recognition in sinistrals. *Neuropsychologia*, **27**, 2, 247-250.
- LANSKY, L.M.; FEINSTEIN, H. y PETERSON, J.M.** (1988). Demography of handedness in two samples of randomly selected adults (N= 2083). *Neuropsychologia*, **26**, 3, 465-477.
- LARSEN, J.P.; HÖIEN, T.; LUNDBERG, I. y ÖDEGAARD, H.** (1990). MRI evaluation of the size and symmetry of the planum temporales in adolescents with developmental

dyslexia. *Brain and Language*, **39**, 289-301.

**LARSEN, J.P.; HÖIEN, T. y ÖDEGAARD, H.** (1992). Magnetic resonance imaging of the corpus callosum in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, **9**, 2, 123-134.

**LEISMAN, G. y ASHKENAZI, M.** (1980). Aetiological factors in dyslexia: IV. Cerebral hemispheres are functionally equivalent. *Neuroscience*, **11**, 157-164.

**LEMAY**, (1981). Are there radiological changes in the brains of individuals with dyslexia?. *Bulletin of the Orton Society*, **31**, 135-141.

**LEWIS, R.S. y CHRISTIANSEN, L.** (1989). Intrahemispheric sex differences in the functional representation of language and praxic functions in normal individuals. *Brain and Cognition*, **9**, 238-343.

**LISHMAN, W.A. y MCMEEKAN, E.R.L.** (1977). Handedness in relation to direction and degree of cerebral dominance for language. *Cortex*, **13**, 1, 30-43.

**LOMAS, J.** (1980). Competition within the left hemisphere between speaking and unimanual tasks performed without visual guidance. *Neuropsychologia*, **18**, 141-149.

**LOMAS, J. y KIMURA, D.** (1976). Intrahemispheric interaction between speaking and sequential manual activity. *Neuropsychologia*, **14**, 23-33.

**LORGE, I. y THORNDIKE, R.L.** (1954). *Tests de Inteligencia de Lorge-Thorndike*. Boston, Houghton Mifflin Company. (v.c., 1976). Madrid. Espasa-Calpe, S.A.

**LOU, H.C.** (1992). Cerebral single photon emission tomography (SPECT) and positron emission tomography (PET) during development and learning disorders. En I. Rapin y Segalowitz, S.J. (Eds. vol.); F. Boller y J. Grafman (Eds. Serie). *Handbook of*

*Neuropsychology (vol. 6): Child Neuropsychology.* (pp. 331-338). New York, Elsevier Science Publishers B.V.

**LUBAR, J.F.; BIANCHINI, K.J.; CALHOOD, W.H.; LAMBERT, E.W.; BRODY, Z. H. y SHABSIN, H.A.** (1985). Spectral analysis of EEG differences between children with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, **18**, 403-408.

**MARCEL, T. y RAJAN, P.** (1975). Lateral specialization for recognition of words and faces in good and poor readers. *Neuropsychologia*, **13**, 489-497.

**MASLAND, R.L.** (1975). Neurological bases and correlates of language disabilities: Diagnostic implications. *Acta Symbolica*, **6**, 1-34.

**MATTIS, S.; FRENCH, J. H. y RAPIN, I.** (1975). Dyslexia in children and young adults: three independent neuropsychological syndromes. *Developmental Medicine and Child Neurology*, **17**, 150-163.

**McBRIDE, M.C. y KEMPER, T.L.** (1982). Pathogenesis of four-layered microgyric cortex in man. *Acta Neuropathologica*, **57**, 93-98.

**McFARLAND, K. y ASHTON, R.** (1978a). The influence of brain lateralization of function on a manual skill. *Cortex*, **14**, 102-111.

**McFARLAND, K. y ASHTON, R.** (1978b). The influence of concurrent task difficulty on manual performance. *Neuropsychologia*, **16**, 735-741.

**McFARLAND, K. y ASHTON, R.** (1978c). The lateralized effects of concurrent cognitive and motor performance. *Perception and Psychophysics*, **23**, 344-349.

**McFARLAND, K.; ASHTON, R. y JEFFERY, C.K.** (1989). Lateralized dual-task performance: The effect of spatial and muscular repositioning. *Neuropsychologia*, **27**,

10, 1267-1276.

**McFARLAND, K.; ASHTON, R.; RICH, A. y DONALD, A.M.** (1989). Lateralised dual-task performance: the effect of muscular-repositioning. *Cortex*, **25**, 433-447.

**McFARLAND, K. y GEFFEN, G.** (1982). Speech lateralization assessed by concurrent task performance. *Neuropsychologia*, **20**, 383-390.

**MCGLONE, J.** (1980). Sex differences in functional brain asymmetry: A critical survey. *Behavioral and Brain Sciences*, **3**, 215-227.

**McKEEVER, W. y VAN DEVENTER, A.D.** (1975). Dislexic adolescents: Evidence of impaired visual and auditory processing with normal lateralization and visual responsivity. *Cortex*, **11**, 361-378.

**McMANUS, I.C.** (1985a). Right and left-hand skill: Failure of the right shift model. *British Journal of Psychology*, **76**, 1-16.

**McMANUS, I.C.** (1985b). On testing the right shift theory: A reply to Annett. *British Journal of Psychology*, **76**, 31-34.

**McMANUS, I.C.; KEMP, R.I. y GRANT, J.** (1986). Differences between fingers and hands in tapping ability: Dissociation between speed and regulatory. *Cortex*, **22**, 461-473.

**MORRIS, G.L.; OBRZUT, J.E. y COULTHARD-MORRIS, L.** (1989). Electroencephalographic and brain stem evoked responses from learning-disabled and control children. *Developmental Neuropsychology*, **5**, (2 y 3), 187-206.

**NAVON, D. y GOPHER, D.** (1979). On the economy of human information processing



- system: A model of multiple capacity. *Psychological Review*, **86**, 214-225.
- NEWCOME, F. y RATCLIFF, G.** (1973). Handedness, speech lateralization and ability. *Neuropsychologia*, **11**, 399-408.
- NEWLAND, G.A.** (1984). Left-handedness and field-independence. *Neuropsychologia*, **22**, 5, 617-619.
- NIETO, A.; HERNANDEZ, S.; GONZALEZ-FERIA, L. y BARROSO, J.** (1990). Semantic capabilities of the left and right cerebral hemispheres in categorization tasks: effects of verbal-pictorial presentation. *Neuropsychologia*, **28**, 11, 1175-1186.
- OBRZUT, J.E.** (1979). Dichotic listening and bisensory memory skills in qualitatively diverse dyslexic readers. *Journal of Learning Disabilities*, **12**, 304-314.
- OBRZUT, J.E. y BOLIEK, C.A.** (1986). Lateralization characteristics in learning disabled children. *Journal of Learning Disabilities*, **19**, 5, 308-314.
- OBRZUT, J.E.; CONRAD, P.F.; BRYDEN, M.P. y BOLIEK, C.A.** (1988). Cued dichotic listening with right-handed, left-handed, bilingual and learning-disabled children. *Neuropsychologia*, **26**, 1, 119-131.
- OBRZUT, J.E.; HYND, G.W.; OBRZUT, A. y LEITGEB, J.L.** (1980). Time sharing and dichotic listening asymmetry in normal and learning-disabled children. *Brain and Language*, **11**, 181-194.
- OBRZUT, J.E.; HYND, G.W.; OBRZUT, A. y PIROZZOLO, F.J.** (1981). Effect of directed attention on cerebral asymmetries in normal and learning disabled children. *Developmental Psychology*, **17**, 118-125.

- OLDFIELD, R.C.** (1971). The assessment and analysis of handedness. The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, **19**, 97-113.
- OLSON, M.E.** (1973). Laterality differences in tachistoscopic word recognition in normal and delayed readers in elementary school. *Neuropsychologia*, **11**, 343-350.
- ORTON, S.T.** (1937). *Reading, Writing and Speech Problems in Children*. New York. Norton.
- PARKINS, R.A.; ROBERTS, R.J.; REINARZ, S.J. y VARNEY, N.R.** (1987). *CT asymmetries in adult developmental dyslexics*. Comunicación presentada en el Congreso anual de la Sociedad Neuropsicológica Internacional (INS). Washington, DC.
- PETERS, M.** (1977). Simultaneous performance of two motor activities: The factor of timing. *Neuropsychologia*, **15**, 461-465.
- PIAZZA, D.M.** (1977). Cerebral lateralization in young children as measured by dichotic listening and finger tapping tasks. *Neuropsychologia*, **15**, 417-425.
- PIROZZOLO, F.J.** (1977a). Lateral asymmetries in visual perception: A review of tachistoscopic visual half-field studies. *Perceptual and Motor Skills*, **45**, 695-701.
- PIROZZOLO, F.J.** (1981). Language and brain: Neuropsychological aspects of developmental reading disability. *School Psychology Review*, **10**, 350-355.
- PIROZZOLO, F. y RAYNER, K.** (1979). Cerebral organization and reading disability. *Neuropsychologia*, **17**, 485-491.
- PIROZZOLO, F.; RAYNER, K. y HYND, G.W.** (1983). The measurement of hemispheric asymmetries in children with developmental reading disabilities. En J.B. Hellige (Ed.).

- Cerebral Hemisphere Asymetry: Method, Theory and Application*. New York, Praeger Publishers.
- POSNER, M.I.** (1982). Cumulative development of attentional theory. *American Psychologist*, **37**, 168-179.
- PROVINS, K.A.** (1992). Early infant motor asymmetries and handedness: A critical evaluation of the evidence. *Developmental Neuropsychology*, **8**, 4, 325-365.
- RAICHLE, M.E.; GRUBB, R.L.; GADO, M.H.; EICHLING, J.O. y TER-POGOSSIAN, M.M.** (1976). Correlation between regional cerebral blood flow and oxidative metabolism. *Archives of Neurology*, **33**, 523-526.
- REBERT, C.A.; WEXLER, B.N. y SPROUL, A.** (1978). EEG asymmetry in educationally handicapped children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **45**, 436-442.
- RISBERG, J.** (1986). Regional cerebral blood flow. En J. Hannay (Ed.). *Experimental Techniques in Human Neuropsychology*. (pp. 514-543). New York, Oxford University Press.
- RODRIGO, M. y JIMENEZ, J.E.** (1993). *Estudio del acceso léxico en buenos y malos lectores*. Tesis Doctoral. (en preparación). Universidad de La Laguna.
- ROSEN, G.D.; SHERMAN, G.F. y GALABURDA, A.M.** (1987). Neocortical symmetry and asymmetry in the rat: Different patterns of callosal connections. *Social Neurosciences*, **13**, 44.
- ROSENBERGER, P. y HIER, D.** (1980). Cerebral asymmetry and verbal intellectual deficits. *Annals of Neurology*, **8**, 300-304.

- ROSENBLUM, D.R. y DORMAN, M.F.** (1978). Hemispheric specialization for speech perception in language deficient kindergarden children. *Brain and Language*, **6**, 378-389.
- ROSS, G.; LIPPER, E. y AULD, P.A.M.** (1992). Hand preference, prematurity and developmental outcome at school age. *Neuropsychologia*, **30**, 5, 483-494.
- ROURKE, B.P.** (1990). Learning disability subtypes: A neuropsychological perspective. En G. Th. Pavlidis (Ed.). *Perspectives on Dyslexia (vol. 1): Neurology, Neuropsychology and Genetics*. (pp. 27-44). New York, John Wiley and Sons.
- RUMSEY, J.M.; BERMAN, K.F.; DENCLA, M.B.; HAMBURGER, S.D.; KRUESI, J. y WEINBERGER, D.R.** (1987). Regional cerebral blood flow in severe developmental dysphasia. *Archives of Neurology*, **44**, 1144-1150.
- RUMSEY, J.M.; DORWART, R.; VERMESS, M.; DENCLA, M.B.; KRUESI, M.J.P. y RAPOPORT, J.L.** (1986). Magnetic resonance imaging of brain anatomy in severe developmental dyslexia. *Archives of Neurology*, **43**, 1045-1046.
- SADICK, T.L. y GINSBURG, B.E.** (1978). The development of lateral functions and reading ability. *Cortex*, **14**, 3-1.
- SALMASO, D. y LONGONI, A.M.** (1985). Problems in the assessment of hand preference, *Cortex*, **21**, 533-549.
- SATZ, P.** (1990). Developmental dyslexia: An etiological reformulation. En G. Th. Pavlidis (Ed.). *Perspectives on Dyslexia Vol 1: Neurology, Neuropsychology and Genetics*. (pp.

3-26). New York, John Wiley and Sons.

**SATZ, P.; RARDIN, D. y ROSS, J.** (1971). An evaluation of a theory. En P. Satz y J.J. Ross (Eds.). *The Disabled Learned*. Lisse, Swetz and Zeitlinger.

**SATZ, P. y SPARROW, S.** (1970). Specific developmental dyslexia: A theoretical formulation. En D.J. Bakker y P. Satz (Eds.). *Specific Reading Disability: Advances in Theory and Method*. (pp. 17.-39). Lisse, Swets and Zeitlinger.

**SCHACHTER, S.C.; RANSIL, B.J. y GESCHWIND, N.** (1987). Association of handedness with hair color and learning disabilities. *Neuropsychologia*, **25**, 1b, 269-277.

**SEARLEMAN, A.** (1977). A review of right hemisphere linguistic capabilities. *Psychological Bulletin*, **84**, 503-528.

**SEGALOWITZ, S.J. y BRYDEN, M.P.** (1983). Individual differences in hemispheric representation of language. En S.J. Segalowitz (Ed.), *Language Functions and Brain Organization*. (pp. 341-372). New York, Academic Press.

**SENSAT, R.** (1978). *Vocabulario Básico Infantil*. Barcelona.

**SERGENT, J.** (1982). Basic determinants in visual-field effects with special reference to the Hannay et al. (1981) study. *Brain and Language*, **16**, 158-164.

**SERGENT, J.** (1983a). Role of the input in visual hemispheric asymmetries. *Psychological Bulletin*, **93**, 3, 481-512.

**SERGENT, J.** (1983b). The effects of sensory limitations on hemispheric processing. *Canadian Journal of Psychology*, **37**, 3, 345-366.

**SETH-SMITH, M.; ASHTON, R. y McFARLAND, K.** (1989). A dual-task study of sex

differences in language reception and production. *Cortex*, **25**, 3, 425-431.

**SHERMAN, G.H.; ROSEN, G.D. y GALABURDA, A.M.** (1989). Neuroanatomical findings in developmental dyslexia. En C. von Euler; I. Lundberg y G. Lennerstrand (Eds.). *Brain and Reading*. (pp. 3-15) Stockholm. Stockton press.

**SIMON, T.F. y SUSSMAN, H.M.** (1987). The dual task paradigm: Speech dominance or manual dominance?. *Neuropsychologia*, **25**, 3, 559-569.

**SKLAR, B. HANLEY, J. y SIMONS, W.W.** (1973). A computer analysis of EEG spectral signatures from normal and dyslexic children. *IEEE Transactions on Bio-Medical Engineering*, **20**, 220-26.

**SMITH, K. y GRIFFITHS, P.** (1987). Defective lateralized attention for no-verbal sounds in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, **25**, 18, 259-268.

**SPARROW, S.S. y SATZ, P.** (1970). Dyslexia, laterality and neuropsychological development. En D.J. Bakker y P. Satz (Eds.). *Specific Reading Disability* (pp. 41-60). Rotterdam, Rotterdam University Press.

**SPRINGER, S.P.** (1986). Dichotic listening. En J. Hannay (Ed.) *Experimental Techniques in Human Neuropsychology*. (pp. 138-166). New York, Oxford University Press.

**SPRINGER, S.P. y DEUTSCH, G.** (1981). *Left Brain-Right Brain*. San Francisco. W.H. Freeman.

**SPRINGER, S. P. y EISENSON, J.** (1977). Hemispheric specialization for speech in language-disordered children. *Neuropsychologia*, **15**, 287-293.

**STEINER, R.; GREEN, A. y WHITE, N.** (1992). Clarification of the dual task dilemma: lateralized effects for perfunctory and purposeful tasks in left and right-handed males.

*Brain and Cognition*, **19**, 148-171.

**STEINMETZ, H. y GALABURDA, A.M.** (1991). Planum temporale asymmetry: *In-vivo* morphometry affords a new perspective for neuro-behavioral research. *Reading and Writing*, **3**, 331-343.

**STELLERN, J.; COLLINS, J. y BAYNE, M.** (1987). A dual-task investigation of language-spatial lateralization. *Journal of Learning Disabilities*, **20**, 9, 551-556.

**STELLERN, J.; COLLINS, J.; COSSAIRT, A. y GUTIERREZ, R.** (1986). Interference asymmetry involving concurrent task performed by Native American Indian students. *Developmental Neuropsychology*, **2**, 3, 241-255.

**SUMMERS, J.J. y SHARP, C.A.** (1979). Bilateral effects of concurrent verbal and spatial rehearsal complex motor sequencing. *Neuropsychologia*, **17**, 331-343.

**SUSSMAN, H.M.** (1982). Contrastive patterns of intrahemispheric interference to verbal and spatial concurrent task in right-handed, left-handed and stuttering populations. *Neuropsychologia*, **20**, 675-684.

**SUSSMAN, H.M.** (1989). A reassessment of the time-sharing paradigm with ANCOVA. *Brain and Language*, **37**, 514-520.

**TAIT, C.; ROUSH, J. y JOHNS, J.** (1983). Normal ABRs in children classified as learning disabled. *Journal of Auditory Research*, **23**, 56-62.

**THOMSON, M.E.** (1976). A comparison of laterality effects in dyslexics and controls using verbal dichotic listening tasks. *Neuropsychologia*, **14**, 243-246.

**THOMPSON, A.L. y MARSH J. F.** (1975). Probability sampling of manual asymmetry. *Neuropsychologia*, **14**, 217-223.

- THORNTON, C.D. y PETERS, M.** (1982). Interference between concurrent speaking and sequential finger tapping: Both hands show a performan and no-visual guidance. *Neuropsychologia*, **20**, 163-169.
- TODOR, J.I.; KYPRIE, P.M. y PRICE, H.L.** (1982). Lateral asymmetries in arm, wrist and finger movements. *Cortex*, **18**, 515-523.
- TORAN-ALLERAND, C.D.** (1978). Gonadal hormones and brain development: cellular aspects of sexual differentiation. *American Zoology*, **18**, 553-565.
- TORGESEN, J.K.** (1986). Learning disabilities theory: Its current state and future prospects. *Journal of Learning Disabilities*, **19**, 399-407.
- TORO, J. y CERVERA, M.** (1984). *T.A.L.E. Test de Análisis de Lectoescritura*. Madrid Visor.
- de **VEGA, M.; CARRERIRAS, M.; GUTIERREZ-CALVO, M. y ALONSO-QUECUTY, M.L.** (1990). *Lectura y comprensión: una perspectiva cognitiva*. Madrid. Alianza Editorial.
- VOLKOW, N.D.; BRODIE, J. y BENDRIEM, B.** (1991). Positrom emission tomography: basic principles and applications in psychiatric research. En R.A. Zappulla; F.F. LeFever; J. Jaeger y R. Bilder (Eds.). *Windows on the Brain: Neuropsychology's Technological Frontiers*. (pp.128-144). New York, New York Academy of Science.
- WARREN, J.M.** (1980). Handedness and laterality in humans and other animals. *Physiological Psychology*, **8**, 3, 351-359.
- WATSON, N.V. y KIMURA, D.** (1989). Right-hand superiority for throwing but not for



intercepting. *Neuropsychologia*, **27**, 11/12 1139-1414.

**WECHESLER, D.** (1949). *Intelligence Scale for Children*. New York. The Psychological Corporation. (v.c., 1991). *Escala de Inteligencia de Weschsler para Niños* (12<sup>a</sup> ed.). Madrid, TEA Ediciones S.A.

**WELSH, L.W.; WELSH, J.J.; HEALY, AM. y COOPER, B.** (1982). Cortical, subcortical and brainstem dysfunction: A correlation in dyslexic children. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, **91**, 310-315.

**WHITE, N y KINSBOURNE, M.** (1980). Does speech output control lateralized over time?. Evidence from verbal-manual time-sharing tasks. *Brain and Language*, **10**, 215-223.

**WITELSON, S.F.** (1977). Developmental dyslexia: Two right hemispheres and none left. *Science*, **195**, 309-311.

**WOLF, P.H. y COHEN, C.** (1980). Dual task performance during bimanual coordination. *Cortex*, **16**, 119-133.

**YENI-KOMSHIAN, G.H.; ISENBERG, D. y GOLDBERG, H.** (1975). Cerebral dominance and reading disability: Left visual field deficit in poor readers. *Neuropsychologia*, **13**, 83-94.

**ZURIF, E.B. y CARSON, G.** (1970). Dyslexia in relation to cerebral dominance and temporal analysis. *Neuropsychologia*, **8**, 351-361.