

DEPARTAMENTO DE PSICOBIOLOGÍA Y PSICOLOGÍA  
SOCIAL

EFFECTOS DE LA ATENCIÓN SOSTENIDA Y ALTERNANTE  
EN LA LATERALIZACIÓN DEL LENGUAJE MEDIDA A  
TRAVES DE ESCUCHA DICOTICA

MARIEN GADEA DOMENECH

UNIVERSITAT DE VALENCIA  
Servei de Publicacions  
2002

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 15 de febrer de 2002 davant un tribunal format per:

- Dr. D. Vicente Simon Pérez
- Dra. Dña. Alicia Salvador Fernández-Montejo
- Dra. Dña. Marisa Arnedo Montoro
- Dr. D. Jose Barroso Ribal
- Dr. D. Joan Deus Yela

Va ser dirigida per:

Prof. Dr. D. Raul Espert Tortajada

©Copyright: Servei de Publicacions  
Marien Gadea Domenech

---

Depòsit legal:

I.S.B.N.:84-370-5705-1

Edita: Universitat de València  
Servei de Publicacions  
C/ Artes Gráficas, 13 bajo  
46010 València  
Spain  
Telèfon: 963864115



**UNIVERSITAT DE VALÈNCIA**  
**FACULTAT DE PSICOLOGIA**  
**ÀREA DE PSICOBIOLOGIA**

**EFFECTOS DE LA ATENCION SOSTENIDA Y  
ALTERNANTE EN LA LATERALIZACION DEL  
LENGUAJE MEDIDA A TRAVES DE  
ESCUCHA DICOTICA**

**TESIS DOCTORAL PRESENTADA POR:**

**Marien Gadea Domenech**

**DIRECTOR:**

**Dr. Raúl Espert Tortajada**

## *Agradecimientos*

*La realización del presente estudio ha tenido lugar en un momento personal muy especial para mí, y en estas líneas deseo agradecer y dar mi amor a aquellas personas que han hecho posible que superara algunos momentos y que disfrutara otros, posibilitando así que el trabajo llegara a buen puerto.*

*A Raúl Espert, mi director de tesis y mi amigo, que ha confiado en mí desde el primer momento, respetándome y apoyándome en todo. Su sabiduría, su energía y su paciencia dan luz a estas letras.*

*A Vicente Simón, a quien debo el germen de mi interés por el tema que ocupa esta Tesis, y al que también aprecio como amigo y cómplice inspirador de buenas ideas.*

*A J.A. Serrano y Julia Gomis, cuya impecable labor técnica dio su fruto en los instrumentos con los que se realizó la parte experimental de la presente Tesis.*

*A mi compañera y ya amiga Cristina Gómez, por su apoyo emocional y su colaboración en diversas tareas relacionadas con este trabajo.*

*A todos y cada uno de mis compañeros del Area, un beso fuerte. A Esperanza, Lola y Santiago, un abrazo especial.*

*A mi padre, a mi querida mamita, a mi tía Mary y a mis primos Jorge, José y Carlos, para mí la mejor familia del mundo.*

*A mi amiga Ata, la más, mi Tesoro.*

*A mi amiga Maika, besos y abrazos, ¡que te salto encima!*

*A Cristina y Alicia, amistad de, y para, siempre.*

*A todos ellos y a ti, lector, que con tus ojos ya me estás regalando tu tiempo.*

*Os quiere.*

*Marien*

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2. CONCEPTOS PREVIOS</b>	<b>10</b>
2.1) ESPECIALIZACIÓN HEMISFÉRICA CON REFERENCIA AL PROCESAMIENTO LINGÜÍSTICO.....	11
2.2) ESPECIALIZACIÓN HEMISFÉRICA CON REFERENCIA AL PROCESAMIENTO ATENCIONAL.....	17
<b>3. LA TÉCNICA DE LA ESCUCHA DICÓTICA</b>	<b>25</b>
3.1) ORÍGENES DE LA TÉCNICA.....	26
3.2) FACTORES ASOCIADOS AL ESTÍMULO Y A LAS ESTRATEGIAS DEL SUJETO EN LA ESCUCHA DICÓTICA.....	28
3.3) MODELOS EXPLICATIVOS DE LA VENTAJA DEL OÍDO DERECHO: EL MODELO ESTRUCTURAL.....	31
3.4) VALIDEZ Y FIABILIDAD DE LA ESCUCHA DICÓTICA	
3.4.1) VALIDEZ.....	39
3.4.2) FIABILIDAD.....	44
3.5) DIFERENCIAS INDIVIDUALES: SEXO Y PREFERENCIA MANUAL	
3.5.1) DIFERENCIAS SEXUALES.....	45
3.5.2) PREFERENCIA MANUAL.....	50
<b>4. INFLUENCIA DE LA ATENCIÓN EN LA ESCUCHA DICÓTICA</b>	<b>56</b>
4.1) INFLUENCIA DEL HEMIESPACIO.....	56
4.2) MODELOS EXPLICATIVOS DE LA VENTAJA DEL OÍDO DERECHO: EL MODELO DE ACTIVACIÓN SELECTIVA.....	58
4.3) EL PARADIGMA DE ATENCIÓN FORZADA.....	68
4.3.1) ATENCIÓN FORZADA SOSTENIDA.....	68
4.3.2) ATENCIÓN FORZADA ALTERNANTE.....	83
<b>5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	<b>90</b>

<b>6. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>95</b>
6.1) LUGAR.....	95
6.2) SUJETOS.....	95
6.3) MATERIALES.....	97
6.3.1) AUDIÓMETRO.....	98
6.3.2) CUESTIONARIO DE PREFERENCIA MANUAL.....	99
6.3.2) CUESTIONARIO DE INFORMACIÓN ADICIONAL.....	99
6.3.4) TESTS DE ESCUCHA DICÓTICA.....	100
6.3.5) APARATOS UTILIZADOS EN LA GRABACIÓN Y POSTERIOR PRESENTACIÓN DE LOS TESTS.....	103
6.3.6) DINÁMICA DE LA GRABACIÓN.....	103
6.4) DISEÑO Y VARIABLES.....	106
6.5) PROCEDIMIENTO.....	110
6.6) ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	116
6.6.1) TIPOS DE PUNTUACIONES OBTENIDAS.....	116
6.6.2) TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	117
<b>7. RESULTADOS</b>	<b>118</b>
7.1) ANÁLISIS I: ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA ESCUCHA DICÓTICA LÍNEA BASE.....	118
7.1.1) ANÁLISIS DE LAS PUNTUACIONES DIRECTAS.....	118
7.1.2) ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE LATERALIDAD.....	120
7.1.3) DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS I.....	122
7.2) ANÁLISIS II: RENDIMIENTO DE AMBOS OÍDOS EN LAS CONDICIONES DE ATENCIÓN FORZADA.....	125
7.2.1) PROCEDIMIENTO.....	125
7.2.2) RESULTADOS.....	128
7.2.3) DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS II.....	131
7.3) ANÁLISIS III: EVOLUCIÓN DE LOS ACIERTOS Y LAS INTRUSIONES EN LAS CONDICIONES DE ATENCIÓN FORZADA CON RESPECTO A LA LÍNEABASE.....	134
7.3.1) EVOLUCIÓN DE LOS ACIERTOS.....	134
7.3.2) EVOLUCIÓN DE LAS INTRUSIONES.....	139
7.3.3) DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS III.....	144

7.4) ANÁLISIS IV: PROPORCIÓN DE CAMBIO EN ACIERTOS E INTRUSIONES EN LAS CONDICIONES DE ATENCIÓN FORZADA CON RESPECTO A LA LÍNEA BASE.....	151
7.4.1) PROCEDIMIENTO.....	151
7.4.2) RESULTADOS.....	154
7.4.3) DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS IV.....	159
<b>8. DISCUSIÓN GENERAL</b>	<b>162</b>
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>169</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>171</b>
<b>11. ANEXOS</b>	

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se encuadra dentro del marco conceptual de la **especialización hemisférica**. Es éste un tema clásico dentro de la investigación neuropsicológica y que tiene por objeto, en general, el estudio de la predominancia relativa de un hemisferio u otro para determinadas funciones cognitivas. Las técnicas conductuales más utilizadas cuando se investiga en este tema son las de lateralización de estímulos. De entre ellas, la **Escucha Dicótica (ED)** es la más apropiada si el investigador está interesado en administrar estimulación auditiva, por lo que su uso para estudiar la especialización hemisférica lingüística está muy extendido, tanto en población normal como con distintas patologías. En este contexto, la técnica se basa en la aplicación de estímulos lingüísticos competitivos, por ejemplo sílabas, por ambos canales auditivos. Un test de ED estándar se compone de un número relativamente elevado de estas sílabas dicóticas, siendo un resultado bastante habitual que el sujeto identifique un número mayor de sílabas del oído derecho que del izquierdo, lo que se ha denominado **ventaja del oído derecho (VOD)**. Existen básicamente dos aproximaciones teóricas a la hora de explicar la existencia de la VOD. La primera enfatiza los factores fisiológicos, entre ellos que el hemisferio izquierdo está especializado para el procesamiento lingüístico y que la información auditiva se procesaría, sobre todo en condiciones de escucha dicótica, de manera contralateral al oído por el que se recibe, de forma que la estimulación recibida por el oído derecho tendría un acceso más directo al hemisferio izquierdo que la recibida por el oído izquierdo. Para esta propuesta la VOD sería indicativa de una representación lingüística en el hemisferio izquierdo. La segunda aproximación pone su énfasis en los factores atencionales, postulando que la estimulación de tipo verbal activa al hemisferio izquierdo y que esta activación genera un gradiente atencional asimétrico que favorece al campo contralateral, en este caso al oído derecho. Desde este punto de vista la VOD sería indicativa de un sesgo atencional hacia la derecha presente en diestros. Existen datos tanto a favor como en contra de cada modelo, y recientemente se han formulado propuestas que implican la participación e interacción de ambos aspectos a la hora de explicar la VOD. El propósito general de este trabajo es estudiar la posibilidad de que

exista una interacción de ambos factores (estructural y atencional) para producir un resultado determinado.

En este sentido, una aproximación metodológica al tema de la influencia de la atención sobre la realización del test de ED es el **paradigma de atención forzada (AF)**, que ha sido el empleado en la presente Tesis. Este consiste en instruir al sujeto para que atienda sólo a un oído durante un pase de ED, y al otro oído en un pase subsiguiente. Existen numerosos datos que indican que los adultos diestros de ambos sexos modulan la ventaja auditiva inicial (la obtenida bajo un test de ED estándar) en función de si atienden al oído derecho (con un aumento de la magnitud de la VOD) o al oído izquierdo (obteniendo una ventaja del oído izquierdo, o VOI). El hecho de que la instrucción atencional tenga la capacidad de variar la ventaja auditiva obtenida inicialmente se ha interpretado como una evidencia de que los factores atencionales juegan un papel importante a la hora de realizar el test de ED. Sin embargo, no está suficientemente esclarecido el mecanismo cognitivo que subyace a esta modulación. En este sentido, dos son las cuestiones más importantes sin resolver: la primera se preocuparía de averiguar si la modulación auditiva se obtiene gracias al aumento de los aciertos del oído atendido o a la inhibición de las intrusiones del oído no atendido (nótese que sólo en el primer caso podríamos hablar de efectividad de la instrucción atencional). La segunda se centraría en comparar ambos oídos cuando son atendidos para averiguar si sigue existiendo una VOD (nótese que, de existir la VOD al comparar ambos oídos cuando son atendidos, sería indicativo de que existen otros factores además de los debidos a la atención selectiva para explicar el resultado).

El paradigma de la atención forzada se está utilizando cada vez más al estudio de distintas patologías (esquizofrenia, esclerosis múltiple y dificultades del aprendizaje entre otras), en las que se ha observado una modulación auditiva por instrucción deficiente o anormal, por lo que, a nuestro juicio, resulta interesante esclarecer los aspectos descritos en la realización de esta tarea por parte de los sujetos normales. Por ello, nos decidimos a confeccionar un material apropiado (ED con estímulos consonante – vocal) para su uso. Por otra parte, la mayoría de trabajos se han realizado, como hemos comentado, instruyendo al sujeto para que mantuviera su atención en un solo

oído en cada pase de ED, evaluando así la **atención sostenida**. Algunos autores han criticado este aspecto de la metodología, aplicando un método alternativo en el cual se señala a un oído diferente en cada ensayo, mediante un sonido previo a cada ítem dicótico. Al señalar sólo un oído para que se le atienda en cada ensayo, el tipo de **atención** implicada es **alternante**, habiéndose sugerido que la manipulación de este tipo de atención (rápidos cambios de un foco a otro) puede evidenciar más el proceso atencional supuestamente implícito en la ED. Además, se han aplicado distintos intervalos temporales entre el sonido previo y el ítem dicótico al que señala, y se ha propuesto que ante el aumento del intervalo temporal la influencia de la atención en el test de ED se hace más patente.

En este trabajo se confeccionó un material que reproducía el descrito en la literatura, con el ánimo de **comparar los efectos de la atención en condiciones de atención forzada sostenida y alternante**, ya que no encontramos publicado ningún estudio que comparase ambas técnicas en una misma muestra. Por otro lado, la mayor parte de estudios revisados se realizaron con muestras relativamente pequeñas y referidas principalmente a diestros de ambos sexos, siendo la información referente a zurdos muy escasa. En este estudio nos interesó aplicar el material confeccionado a una **muestra amplia (n = 96) que incluyera sujetos de ambos sexos, tanto diestros como zurdos**.

La presente Tesis está estructurada en diez apartados, además de esta breve introducción. El apartado 2 incluye una síntesis teórica del tema de la especialización hemisférica, referida ésta tanto al procesamiento lingüístico como al atencional. En los apartados 3 y 4 se plantea el marco teórico de la investigación con referencia a la Escucha Dicótica y a la influencia de la atención sobre esta técnica. Los objetivos e hipótesis del presente trabajo quedan recogidos en el apartado 5. Los apartados 6 y 7 son una presentación del trabajo experimental. En el 6 se detallan los materiales empleados, así como el diseño aplicado y procedimiento seguido. En el 7 se aportan los resultados obtenidos al aplicar distintos análisis en función de la pregunta a la que pretendíamos dar respuesta. Con el ánimo de facilitar el seguimiento del trabajo, se incluye una breve discusión para cada tipo de análisis. La integración de los resultados

obtenidos se presenta en una discusión general, que comprende el apartado 8. La Tesis se completa con unas conclusiones expuestas en el apartado 9. Por último se añaden dos apartados con las referencias bibliográficas y los anexos referidos a materiales y/o datos directos correspondientes.

Finalmente, y como el lector habrá podido comprobar, nos hemos permitido incluir un *haiku* al inicio de cada apartado, con el ánimo de inspirarle la misma sensación emocional de la que disfrutamos al realizar el trabajo.

## 2. CONCEPTOS PREVIOS

Que el cuerpo humano es asimétrico es un hecho. Un repaso anatómico superficial y nos daremos cuenta de que el lado derecho y el izquierdo, sobre todo con referencia a los órganos internos, entre los cuales el cerebro no es una excepción, no son iguales. Esta circunstancia, combinada con la observación de que existe un predominio de uso de una extremidad sobre otra, ha sorprendido e intrigado a los científicos, estimulando su curiosidad acerca de los orígenes y razones de la asimetría tanto en sus aspectos estructurales como funcionales (Bradshaw, 1991; Vallortigara, Rogers y Bisazza, 1999). En cuanto a la apariencia externa del cerebro, que se presenta dividido en dos hemisferios y en el cual casi todas sus estructuras están duplicadas, puede dar lugar a una impresión de simetría que, sin embargo, tras un examen detallado se revela engañosa. Las **asimetrías anatómicas cerebrales** más destacadas se podrían resumir en las siguientes: la cisura de Silvio tiende a angularse en dirección dorsal en el hemisferio derecho, mientras que en el izquierdo se prolonga más caudalmente. El lóbulo frontal derecho y el occipital izquierdo son más prominentes, dando la impresión de “empujar” al cráneo en dichas zonas (petalia frontal y occipital). Por último, el *planum temporale*, área cortical adyacente a la corteza auditiva primaria, es de mayor tamaño en el hemisferio izquierdo que en el derecho. Hay que señalar que estas asimetrías son las más estudiadas, aunque existen otras tanto a nivel cortical como subcortical, y además el *grado* de asimetría es algo que varía en la población, especialmente en función de factores como el sexo o la preferencia manual (Barroso, 1994; Hutsler, Loftus y Gazzaniga, 1998).

En cualquier caso, el concepto de asimetría anatómica cerebral hace referencia a la estructura del cerebro, y no debe confundirse con el de asimetría funcional. Fue a partir del siglo XVII cuando se aceptó de manera más generalizada que las funciones mentales, expresadas en la conducta del sujeto, se sitúan en el tejido nervioso, y en el siglo XIX cuando se desarrolló la polémica acerca del *dónde* se sitúan esas funciones, enfrentando a aquellos que postulaban que las funciones se adscribían a zonas concretas del cerebro (localizacionistas) y aquellos que defendían que las funciones se encontraban distribuidas (holistas). En este contexto nació el concepto de **dominancia**

**cerebral**, entendida como el predominio de un hemisferio sobre el otro en la realización de una determinada función mental (Harrington, 1995). La dominancia hacía referencia sobre todo al hemisferio que controla el lenguaje, papel que los primeros trabajos de finales del siglo XIX otorgaban de manera absoluta al hemisferio izquierdo. El hemisferio derecho fue considerado durante muchos años como menor, mudo o automático. Pero hacia la tercera década del siglo XX se habían reunido suficientes datos que destacaban el papel del hemisferio derecho en las funciones mentales, y con el avance científico se dio también una modificación en la nomenclatura, utilizándose el término **asimetría hemisférica funcional** para referirse a la participación de ambos hemisferios cerebrales en la conducta, aunque de modo diferenciado y con distinta implicación en una determinada función. Otros autores han utilizado el término **especialización hemisférica** para referirse a la participación preferente de un hemisferio en una determinada función mental, dejando el término asimetría para el ámbito anatómico y a la vez evitando la resonancia jerárquica o absolutista del término dominancia. Por último, el término **lateralidad** se ha concebido como el predominio funcional de un lado del cuerpo sobre el otro, que se manifiesta en la utilización preferente de mano, pie, ojo y oído por parte del sujeto. Sin embargo, y dado que muchos autores utilizan como sinónimos los términos especialización y **lateralización** de funciones, se suele utilizar el término **preferencia** (de mano, ojo, pie y oído) para evitar confusiones (Portellano, 1992). En la presente Tesis se utilizarán sobre todo los términos especialización y/o lateralización para referirse a la asimetría funcional, y el término preferencia manual para referirse a la distinción entre diestros y zurdos.

## **2.1) ESPECIALIZACIÓN HEMISFÉRICA CON REFERENCIA AL PROCESAMIENTO LINGÜÍSTICO**

Ya en 1836 un neurólogo francés, Marc Dax, afirmó que la existencia de alteraciones en el lenguaje estaba causada por lesiones en el hemisferio izquierdo. Posteriormente Pierre-Paul Broca (1861) demostró que una lesión en la tercera circunvolución frontal del hemisferio izquierdo provocaba un trastorno del lenguaje expresivo descrito como *pérdida del lenguaje articulado en ausencia de parálisis de lengua, dificultades de comprensión o pérdida de inteligencia*. El síndrome pasó a

conocerse como **afasia motora o de Broca**. En 1874, Karl Wernicke observó que si la lesión afectaba a la parte posterior de la primera y segunda circunvolución temporal izquierda se producía un trastorno de la comprensión lingüística que actualmente se conoce como **afasia sensorial o de Wernicke**, un complejo de síntomas que consiste en la *pérdida de la comprensión del lenguaje y su repetición, con una audición y articulación intactas y grave alteración de la escritura*. Este autor también postuló que el trastorno del lenguaje denominado **afasia de conducción** era el resultado de la interrupción de los haces de fibras (fascículo arcuato) que unen la región auditiva con el área motriz del lenguaje, con el resultado de un déficit sobre todo en la repetición. Además ofreció un modelo basado en el concepto de desconexión, que sigue vigente con las modificaciones introducidas por Norman Geschwind (Geschwind, 1972). En este modelo, el área de Broca (44 de Brodmann) se contempla básicamente como un área de producción del habla. El área de Wernicke (zona posterior del área 22 de Brodmann) sería principalmente un área para la comprensión del lenguaje. El fascículo arcuato actuaría como conexión unidireccional entre el área de Wernicke y la de Broca, y el giro angular (área 39 de Brodmann) participaría en la transformación del modelo visual de la palabra en su modelo auditivo, o cambio del código ortográfico al fonológico durante la lectura.

El avance de la investigación en el campo de la semiología de las afasias ha puesto de manifiesto la existencia de otros tipos de afasias además de los mencionados (ver por ejemplo la revisión de Vendrell, 2001). Por su parte, la naturaleza simplista del modelo lingüístico de Wernicke-Geschwind no se mantiene en las propuestas más recientes. De manera abreviada, podemos resumir las formulaciones actuales sobre el tema en los siguientes aspectos: 1) La demarcación anatómica del área de Broca y de Wernicke no se puede reducir a las áreas clásicas propuestas, sino que implica zonas adyacentes tanto anteriores como posteriores, y el papel funcional de estas áreas se caracteriza mejor en términos de sistemas lingüísticos relevantes (fonología, sintaxis, semántica) que en términos de actividades (hablar, repetir, escuchar y comprender). 2) Las conexiones entre los centros que participan del lenguaje son vistas como un sistema bidireccional que hace posible la compleja interacción entre los centros lingüísticos. 3) Las dicotomías del tipo expresión/recepción o sintaxis/semántica deben ser vistas como

conceptos relativos y no absolutos, puesto que ambos centros (temporal y frontal, a grosso modo) pueden participar de estas funciones, aunque de distinta forma. 4) Se incluyen estructuras nuevas (v.g. cíngulo anterior o ganglios basales) que funcionarían integradas entre sí como partes del complejo neural que sustenta el lenguaje. 5) La experiencia juega un papel importante durante el desarrollo y en la organización final del sistema neural lingüístico (Damasio y Damasio, 1992; Mesulam, 1990; Neville y Bavelier, 1998; Nobre y Plunkett, 1997)

Centrándonos en la asimetría funcional, la asociación del hemisferio izquierdo con el lenguaje se ha convertido en clásica, aunque ha variado la forma en que se ha concebido esta vinculación, desde posturas más cualitativas o “absolutas” hasta las más cuantitativas o “de grado”, que otorgan al hemisferio derecho la capacidad de contribuir en cierta medida al proceso lingüístico (Barroso, 1994).

Desde el ámbito clínico, los datos que relacionan al hemisferio izquierdo con el lenguaje son abundantes. Los casos de pacientes con lesión hemisférica unilateral han puesto de manifiesto que la incidencia de afasia tras lesiones del hemisferio izquierdo es mayor que en las lesiones de hemisferio derecho, especialmente en sujetos diestros (Bryden, 1982). Por otra parte, la comisurotomía y la prueba de Wada son dos técnicas clínicas que también han contribuido a afianzar la relación entre el lenguaje y el hemisferio izquierdo. La **comisurotomía** es una intervención neuroquirúrgica que se emplea como último recurso en pacientes epilépticos, con el objeto de evitar la propagación epileptógena de un hemisferio a otro durante las crisis, tras el fracaso de otros tratamientos principalmente farmacológicos. La ablación de las comisuras puede ser total o parcial dependiendo del caso. Cuando la sección incluye el cuerpo caloso y la comisura anterior, el paciente queda con el cerebro dividido (*split-brain*) y es una oportunidad única para estudiar el funcionamiento general del sujeto en ausencia de comunicación interhemisférica. Los estudios de laboratorio con estos pacientes empleando técnicas de lateralización de estímulos (que serán descritas posteriormente) ha demostrado la superioridad del hemisferio izquierdo para el lenguaje (para una revisión ver Gazzaniga, 1995). Por su parte la **técnica de Wada** se utiliza para determinar la localización de los centros lingüísticos en pacientes epilépticos que van a

ser sometidos a cirugía cerebral. Consiste en inyectar vía femoral o carótida interna una dosis de amobarbital sódico, de manera que resulta en una anestesia selectiva y transitoria de un sólo hemisferio. La prueba se realiza en días separados para cada hemisferio y, si el paciente deja de hablar bajo anestesia del hemisferio izquierdo, como así es en la mayoría de casos, se infiere que éste está especializado para el lenguaje (Wada y Rasmussen, 1960). Todos estos datos han llevado a considerar que el porcentaje de diestros con lateralización del lenguaje en hemisferio izquierdo es aproximadamente del 90-99% (Barroso, 1994). Conviene, sin embargo, señalar que los estudios provenientes del ámbito clínico-lesional se ven limitados por factores tales como el sesgo de la muestra (pacientes epilépticos), los efectos de la lesión cerebral (que no suelen ser del tipo “todo o nada”), las diferencias individuales en la recuperación, o las dificultades metodológicas cuando se plantea el diseño (selección de muestras homogéneas), que hacen que debamos ser prudentes a la hora de generalizar las conclusiones al funcionamiento del cerebro normal (Junqué, 1994)

En cualquier caso, los datos disponibles en este tipo de estudios demuestran que la superioridad del hemisferio izquierdo no es absoluta. El hemisferio derecho, si bien carece de capacidades expresivas y no es capaz de realizar el procesamiento fonológico y sintáctico complejo del discurso, tiene una participación predominante en la discriminación de los aspectos afectivo-prosódicos del lenguaje, así como ciertas capacidades lexico-semánticas, vinculadas sobre todo a la comprensión del contexto y del significado metafórico del mismo (Barroso y Nieto, 1996; Gazzaniga, 1983; Sealerman, 1977).

En la última década han proliferado los trabajos que investigan el procesamiento lingüístico en el cerebro normal a través de las modernas técnicas de neuroimagen. La Resonancia Magnética funcional (RMf), y la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) son capaces de ofrecer medidas de actividad que, aunque relativamente indirectas (nótese que estas técnicas miden variables vasculares), son aceptadas como reflejo de la actividad neuronal concurrente a alguna actividad mental (Mazoyer y Belliveau, 1996). La primera de ellas destaca además por su inocuidad puesto que, al contrario que la segunda, no necesita de la inyección de trazadores

radioactivos, y por ello resulta ideal para el estudio con sujetos sanos, lo que nos puede ayudar a entender mejor el funcionamiento del cerebro normal (Vendrell, Junqué y Pujol, 1995).

Utilizando estas técnicas con sujetos sanos, varios estudios han demostrado una especialización izquierda para el procesamiento del lenguaje. Una breve revisión de los trabajos más recientes aporta los siguientes datos: Xiong, Rao, Gao, Woldorff y Fox (1998) utilizaron RMf con 9 sujetos y TEP con otros 9, aplicando una tarea asociativa que evaluaba fluencia verbal (generación de un verbo para determinados nombres que se presentan). Tanto los resultados de la RMf como los de TEP arrojaron mayor actividad en la circunvolución frontal (Brodmann 45-47), área de Broca (Brodmann 44-46), y circunvolución temporal superior (Brodmann 22) del hemisferio izquierdo. Al analizar los datos individuales, ambas técnicas mostraron que 7 de 9 (78%) sujetos mostraron especialización izquierda para el lenguaje, y 2 de 9 (22%) derecha. En el estudio de Vikingstad, George, Johnson y Cao (2000) 37 sujetos se sometieron a RMf mientras ejecutaban una tarea léxico-semántica (denominación de objetos presentados visualmente) y otra de generación de verbos como en el estudio anterior. Ambas tareas produjeron una mayor actividad en la red neural asociada al lenguaje: área de Wernicke con extensión posterior hacia la encrucijada temporoparietal y área de Broca en la circunvolución frontal inferior. Los autores observaron para la muestra global una especialización izquierda para el lenguaje, aunque a nivel individual encontraron una distribución continua desde la representación izquierda hasta una más bilateral, con representación derecha en dos casos (5%). Por último, Frost y cols. (1999) aplicaron una tarea léxico-semántica (decidir si una palabra pertenece a una categoría semántica previamente establecida) mientras se tomaban imágenes RMf a 100 sujetos, encontrando a nivel global (no se presentaron datos a nivel individual) mayor actividad izquierda en la circunvolución frontal orbital, frontal inferior, temporal superior y temporal medial. En cada uno de estos trabajos se ofrecen datos adicionales sobre actividad en otras áreas que se sospechan involucradas en el procesamiento lingüístico, pero son las regiones corticales señaladas las que mostraron mayor asimetría hemisférica a favor del hemisferio izquierdo (HI).

Por otra parte, los estudios de Bottini y cols. (1994) y Buchanan y cols. (2000) han confirmado la participación del hemisferio derecho en ciertos aspectos lingüísticos descritos anteriormente. El primero de ellos tomó imágenes TEP a 6 sujetos mientras estos decidían si determinadas frases eran plausibles (coherentes) o no. Un tipo de frases tenía contenido metafórico (v.g. “el viejo tenía la cabeza llena de hojas muertas” como frase plausible, frente a “el viejo tenía la cabeza llena de puertas de almacén”), el otro tipo de frases no tenía contenido metafórico (v.g. “El chico usa una piedra como pisapapeles”, frente a “El chico usa una pluma como pisapapeles”). Ambos tipos de tareas produjeron actividad en el córtex prefrontal basal y lóbulo temporal medial e inferior izquierdo. Añadido a esto, las frases metafóricas aumentaron la actividad neural también en la corteza prefrontal y temporal medial derecha, así como en el cíngulo posterior derecho. Los autores concluyeron que su estudio confirmaba el papel del hemisferio derecho en la interpretación de los aspectos figurativos o metafóricos del discurso (Bottini y cols., 1994). Más adelante, Buchanan y cols. (2000) presentaron datos de RMf tomados a 10 sujetos mientras discriminaban palabras en función de su prosodia emocional (v.g. “power” pronunciada con entonación triste o alegre) o del contenido fonético de la primera consonante (v.g. “power” frente a “tower”). La comparación resultó en un aumento de la actividad en el lóbulo frontal derecho durante la detección emocional y en el frontal izquierdo durante la detección verbal.

Los datos revisados ofrecen una panorámica bastante coherente en cuanto a la especialización lingüística del hemisferio izquierdo, añadiendo las siguientes consideraciones: 1) La especialización no es absoluta, involucrándose el hemisferio derecho en ciertos aspectos lingüísticos cruciales para el proceso del discurso como un todo. 2) El grado de representación izquierda, bilateral o derecha del lenguaje a nivel individual sigue siendo un tema sometido a controversia, puesto que los datos de neuroimagen con sujetos normales parecen ofrecer arcos más amplios que los disponibles desde el ámbito clínico-lesional. A este respecto es conveniente citar la reflexión de Buchanan y col. (2000), en el sentido que, “...*mientras los estudios lesionales son apropiados para demostrar las áreas críticas para una función determinada, los que utilizan neuroimagen funcional son apropiados para averiguar cuales son las áreas involucradas en esa función*” (p. 234). Teniendo en cuenta esta

puntualización, no es sorprendente, pues, que existan relativas discrepancias entre ambos tipos de metodologías. Por último, queremos resaltar que las conclusiones avanzadas en este apartado se remiten en su mayoría a la población de sujetos diestros. Mas adelante veremos que el tema de la especialización hemisférica lingüística se complica cuando añadimos las diferencias individuales referidas a variables como la preferencia manual y también el sexo del sujeto.

## **2.2) ESPECIALIZACIÓN HEMISFÉRICA CON REFERENCIA AL PROCESAMIENTO ATENCIONAL**

El término *atención* es bastante difícil de definir porque hace referencia a un *proceso* más que a un objeto o una acción observable. En general, el término atención se refiere a la concentración y la focalización del esfuerzo mental en alguna tarea. Cuando consideramos la atención desde un punto de vista cognitivo, debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Un individuo operando en un ambiente dado es bombardeado con un amplio número de estímulos simultáneos. El cerebro recibe mas estímulos sensoriales de los que puede procesar, así que debe priorizar basándose en metas y necesidades. La *atención selectiva* hace referencia a esta priorización, pues, con un criterio relativo a una situación dada, el cerebro selecciona una porción de los estímulos para procesarlos completamente (estímulos atendidos) y una parte de estímulos que no serán procesados completamente (estímulos no atendidos). El cerebro también decide cuándo continuar atendiendo a los estímulos o a una parte del espacio externo en espera de la aparición del estímulo (*atención sostenida/vigilancia*) y cuándo dejar de atender a un estímulo (*extinción atencional y/o habituación /automatización del proceso*) para atender a otro (*focalización*) (Heilman, 1995; Posner y Petersen, 1990).

2. Parece que hay límites en el número de cosas que se pueden procesar simultáneamente, o sea, el cerebro tiene una capacidad limitada a la hora de dividir la atención entre múltiples estímulos o eventos mentales. La investigación experimental

temprana que se preocupó del tema de la atención selectiva se centraba sobre todo en el paradigma de la **Escucha Dicótica**. En el contexto del estudio de la atención, la premisa básica de la Escucha Dicótica era atender a la información de un canal sensorial (oído) mientras se ignoraba la del otro. Los primeros modelos teóricos asumieron que, si bien los canales sensoriales tenían una capacidad ilimitada, la atención trabajaba como un cuello de botella que permitía sólo a una pieza de información ser procesada cada vez (*Teoría del filtro*, Broadbent, 1958), entendiendo que la información del canal no atendido se bloqueaba completamente en una fase sensorial precognitiva, o sea, en un momento muy temprano del proceso. Los subsiguientes hallazgos de que algún tipo de información del canal no atendido (v.g. nombre del sujeto) sí se procesaba a cierto nivel cognitivo-semántico, llevaron a un cambio de perspectiva y a la conceptualización del filtro como un constructo menos rígido, entendiendo que los mensajes diferían en términos de su “volumen subjetivo”, que prestar atención a un mensaje determinado significaba incrementar ese volumen, y que a nivel central existía un “diccionario” con esos mensajes, algunos, como el nombre propio, con un umbral muy bajo en el volumen subjetivo necesario para ser atendidos (*Modelo de la atenuación*, Treisman, 1964). No sólo varió la postura en cuanto al grado de permeabilidad del filtro, sino también en cuanto a en qué momento temporal actuaba. Los primeros modelos se llamaron de selección temprana o inicial porque asumían que la atención selectiva actuaba, como hemos comentado, en una fase sensorial precognitiva, y servía para determinar la naturaleza de la información que iría a la memoria a corto plazo. Los *Modelos de selección tardía* (Norman, 1968) asumieron la existencia de cierto grado de procesamiento cognitivo automático de todos los estímulos presentados, sugiriendo que la información entraba en la memoria a corto plazo, pero que, si no se atendía de manera selectiva y rápida (en una fracción de segundo) a esa información, ésta se olvidaba; colocaron así el “cuello de botella” más cercano a la respuesta en el sistema de procesamiento. Más adelante se propusieron modelos cuya posición se situaba a medio camino entre las teorías de selección inicial y las de selección tardía (ver, por ejemplo, Johnston y Heinz, 1978). De acuerdo a éstos, la selección podría ocurrir en diferentes etapas del proceso. El momento concreto en el que tendría lugar sería normalmente tan temprano como fuera posible en función de los requerimientos demandados por la tarea,

ya que se necesitaría cada vez más capacidad de procesamiento a medida que se retrasase la selección.

Las investigaciones de corte neurofisiológico han aportado diversos datos, algunos más explicables en el marco de las teorías de selección inicial y otros en el de las de selección tardía. Recientemente se han presentado trabajos con técnicas de neuroimagen, pero existe mucha más investigación con técnicas electrofisiológicas. Mediante la recogida de actividad eléctrica (**Electroencefalograma, EEG**) o magnética (**Magnetoencefalografía, MEG**) desde el cuero cabelludo se pueden estudiar los **Potenciales Evocados (PE)**, o cambios en la amplitud de la onda concurrentes a la presentación de un estímulo, que se asocian a la actividad neural del sujeto mientras realiza una tarea dada, habiéndose identificado hasta la fecha varios componentes dentro de los potenciales evocados, tanto positivos como negativos, y a diferentes latencias (Junqué, 1994). Aunque la atención *per se* no suscita un potencial evocado específico, sí es capaz de modificar aquellos potenciales previamente provocados por estimulación visual o auditiva. En relación con la audición y la atención, las últimas formulaciones que utilizan este tipo de técnicas proponen que, sobre todo cuando se trata de focalizar la atención auditiva sobre pistas espaciales (v.g. atender selectivamente a los estímulos presentados a uno u otro oído), se pondría en marcha un mecanismo inicial de facilitación sensorial de las poblaciones neuronales periféricas (a nivel de córtex auditivo) implicadas en el procesamiento de las características físicas definitorias de los estímulos relevantes, lo que podría ser explicado en el marco de las teorías de la selección inicial, e implicaría a nivel conductual que las intromisiones del canal no atendido en el atendido reflejan breves “fugas” de la atención hacia ese canal (Coull, 1998; Escera, 1996; Hashimoto, Homae, Nakajima, Miyashita y Sakai, 2000; Woldorff, Hillyard, Gallen, Hampson y Bloom, 1998). Por otra parte, existe un potencial evocado auditivo que se elicitaba al aplicar al sujeto un sonido distinto (*deviant stimulus*) entre un conjunto de sonidos iguales y repetitivos (*standard stimulus*). Este *deviant* elicitaba una onda negativa cuyo pico se alcanza alrededor de 200 ms después de que ocurra el cambio auditivo, siendo conocido como **mismatch negativity (MMN)**. La respuesta de MMN se origina en el plano supratemporal, a nivel de córtex auditivo, y es independiente de la atención del sujeto, puesto que se puede generar incluso en

pacientes en estado de coma días antes de que se recuperen (Kane, Curry, Butler y Cummings, 1993). En la revisión del tema realizada por Näätänen, Tervaniemi, Sussman, Paavilainen y Winkler (2001) se aportan datos que sugieren que el córtex auditivo podría ser capaz de realizar procesos de naturaleza cognitiva, como organizar el input auditivo y extraer el patrón común que comparten un número de sonidos que difieren acústicamente, e incluso anticipar eventos auditivos en el futuro inmediato, todo ello sin prestar atención al input auditivo. Estos resultados serían más coherentes con las teorías de selección tardía. Finalmente, y aplicando técnicas de neuroimagen (RMf) un estudio demostró que el atender a estímulos auditivos (sin necesidad de ofrecer respuesta), en comparación con la simple escucha de los mismos pero ignorándolos, aumentó la actividad en el córtex temporal auditivo primario, lo que sugeriría de nuevo que la atención podría actuar en las fases iniciales del procesamiento de la información (Jäncke, Mirzazade y Shah, 1999).

Además de tratar el problema del filtro, las primeras formulaciones teóricas se basaban en la noción de un sistema central de recursos atencionales unitario, que se contemplaba como la llave que explicaría que la capacidad para dividir la atención entre varios estímulos tiene límites. Las evidencias conductuales utilizando tareas duales demostraron que este planteamiento era inadecuado. En éstas se medía la ejecución del sujeto en una tarea determinada, y después conjuntamente con otra, estimando que el rendimiento más bajo en la tarea inicial cuando se realizaba otra simultáneamente (interferencia) era un indicador de la demanda atencional de la segunda tarea, y reflejaba la capacidad limitada de los recursos atencionales centrales. El punto de vista varió cuando aparecieron datos que indicaban que algunas combinaciones de tareas producían interferencia, pero otras no. La noción de que el cerebro podría contener múltiples sistemas de control atencional, cada uno de los cuales asociado con el control de distintos repertorios de conductas, se hizo prevalente (Navon, 1984).

Esta visión de un sistema múltiple de recursos atencionales parece más coherente con las propuestas que se han hecho desde el ámbito de la investigación neuropsicológica, que revisaremos brevemente a continuación, con especial referencia al tema de las diferencias interhemisféricas.

La asimetría cerebral para la atención tiene unas características distintas a la asimetría cerebral para el lenguaje. En aquel caso nos referíamos a que los sistemas neurales responsables del procesamiento lingüístico se localizan claramente en el hemisferio izquierdo, con ciertos subprocesos adscritos al hemisferio derecho. En el caso de la atención se entiende que es una función bilateralizada, en el sentido de que cada hemisferio contaría con sus propios recursos atencionales, estando la asimetría presente en el hecho de que cada hemisferio atiende a un hemiespacio diferente y/o que el hemisferio derecho puede ejercer ese control de manera bilateral (Barroso, 1994).

A efectos de una presentación de los datos más ordenada, consideraremos la división entre la atención sostenida/tónica, englobando aquí aspectos relativos al *arousal* y la vigilancia, y la atención selectiva, refiriéndonos con este concepto al canal/vector atencional que regula la dirección de la atención en el espacio.

Con respecto a la **atención sostenida/tónica** se ha propuesto una especialización de hemisferio derecho. Mesulam (1985), emplea el trastorno conocido como “síndrome confusional agudo” (alteración de la vigilia, distractibilidad elevada, incoherencia de pensamiento y falta de coordinación motriz intencionada) como patología que ejemplifica el trastorno en la atención tónica. Propone como base neurobiológica la interacción entre la actividad de la formación reticular, la talámica, y las áreas corticales polimodales. Según Mesulam (1985), las lesiones posteroparietales o prefrontales derechas, en comparación con las izquierdas, dan lugar con mayor probabilidad a la aparición del “síndrome confusional agudo”, lo que implica al hemisferio derecho en la regulación del tono atencional general. Por su parte, el grupo de Heilman ha demostrado que la respuesta galvánica de la piel, que se considera un índice de *arousal*, es menor tras lesiones derechas comparada con lesiones izquierdas o con sujetos sanos, y que el patrón de electroencefalograma (EEG) del hemisferio izquierdo sano tras lesiones derechas presenta mayor actividad theta y delta que el hemisferio derecho sano tras lesiones izquierdas, lo que de nuevo evidencia el papel preponderante del HD en el *arousal* (Heilman, 1995). Además, la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) ha demostrado que sujetos normales que estaban

pendientes de cambios en la estimulación visual y somatosensorial incrementaron su actividad metabólica en los lóbulos parietal superior y prefrontal derecho independientemente del tipo de estímulo (Pardo, Fox y Raichle, 1991), lo que también implica al hemisferio derecho en las tareas de vigilancia.

Con respecto a la **atención selectiva**, el trastorno conocido como “*neglect*” (heminegligencia contralateral) sirve para ilustrarla, ya que el *neglect* demuestra que la atención tiene una distribución espacial específica. Dicho síndrome hace referencia a la negación del espacio contralateral a la lesión cerebral. Tiene básicamente un componente sensorial (la incapacidad de responder o informar de estímulos contralaterales, en ausencia de déficit sensorial primario) y uno motor (incapacidad de iniciar una acción en, o hacia, el espacio contralateral, en ausencia de déficit motor primario), asociados preferentemente a lesiones en el córtex parietal o frontal, respectivamente. En mayor o menor grado, los principales modelos neurobiológicos de la atención selectiva se basan en los datos provenientes de estos pacientes, y recogen una división entre las funciones del córtex frontal y las del parietal. El córtex prefrontal y premotor ha sido relacionado con los aspectos motores del *neglect* o *neglect* intencional (Heilman, 1995), con la representación de un mapa para la distribución de los movimientos de orientación y exploración (Mesulam, 1999), o con las funciones ejecutivas de guía y control para detectar dianas y preparar respuestas (Posner y Petersen, 1990). Por su parte, el lóbulo parietal ha sido relacionado con el componente sensorial del *neglect* (Heilman, 1995), con la representación sensorial del espacio extrapersonal (Mesulam, 1999), o con la focalización de la atención y el desplazamiento de la misma de un punto a otro (Posner y Petersen, 1990). Además, y en general, los modelos coinciden en la importancia de otras estructuras como la formación reticular mesencefálica, que posibilitaría el *arousal* tónico necesario, y el cíngulo anterior y áreas límbicas adyacentes, relevantes para el componente motivacional de la atención.

Como avanzamos antes, la postura actual más consensuada acerca del tema de la especialización para la atención selectiva o dirigida se basa fundamentalmente en tres puntos: 1. El hemisferio derecho cuenta con mecanismos neurales para atender a ambos hemiespacios, 2. El hemisferio izquierdo está casi exclusivamente implicado en la

atención al espacio contralateral, y 3. Para toda tarea atencional, se registra más actividad neural en el hemisferio derecho que en el izquierdo (Barroso, 1994). Las evidencias que apoyan estos puntos desde la investigación animal se centran en el descubrimiento de las llamadas “neuronas atencionales” en el lóbulo parietal del mono, que responden a eventos significativos en el espacio extrapersonal. Estas neuronas tienen normalmente campos receptivos contralaterales, aunque algunas de ellas tienen campos bilaterales (Goldberg y Robinson, 1977), habiéndose sugerido que en humanos la probabilidad de ocurrencia de estas últimas es mayor en el lóbulo parietal derecho que en el izquierdo (Pouget y Driver, 2000). Las evidencias clínicas vienen dadas por el síndrome del *neglect* antes comentado: la heminegligencia es más frecuente y grave tras lesiones derechas, siendo el lóbulo parietal inferior junto con el frontal derecho el área crítica (Weintraub y Mesulam, 1987); además, la prueba de Wada ha demostrado que se puede producir heminegligencia visual sólo después de inactivación del hemisferio derecho (Spiers y cols. 1990). Las evidencias de neuroimagen (TEP) en sujetos normales han demostrado que el hemisferio derecho muestra más actividad cuando la atención se distribuye igualmente a ambos hemiespacios (Nobre y cols., 1997), y que el hemisferio izquierdo aumenta su actividad sólo tras dirigir la atención hacia el lado contralateral, mientras que el derecho la aumenta independientemente de si dirige su atención a un hemiespacio u otro (Corbetta, Miezin, Shulman y Petersen, 1993). Además, un estudio que utilizó TEP y RMf encontró una asimetría a favor del lóbulo parietal derecho con respecto a la atención espacial y asimetría a favor del lóbulo parietal izquierdo con respecto a las propiedades temporales del estímulo, lo que sugiere que existen redes neurales distintas para el procesamiento del *dónde* y del *cuándo* del mismo estímulo (Coull y Nobre, 1998). Los estudios comentados se refieren a la modalidad visual, existiendo menos estudios del mismo tipo en la modalidad auditiva. A este respecto, y a nivel clínico, se ha informado también de *neglect* auditivo tras lesiones de hemisferio derecho (Soroker, Calamaro, Glickson y Myslobodsky, 1997). En cuanto a los datos de neuroimagen, Pugh y cols. (1996b), utilizando RMf con 25 sujetos, encontraron que una tarea de discriminación de tonos recibida dicóticamente (que implica mayor participación de la atención selectiva) provocaba mayor actividad en el parietal derecho comparada con la misma tarea recibida binauralmente. En otro estudio, Weeks y cols. (1999) aplicaron TEP a 17 sujetos y demostraron que la

localización espacial de los sonidos activaba el lóbulo parietal inferior derecho en mayor grado que la discriminación de los sonidos según su frecuencia.

En resumen, tanto los datos clínicos como los experimentales apuntan a que el hemisferio derecho tiene unas capacidades distintas, y en cierta medida superiores, a las del hemisferio izquierdo en el proceso atencional, especialmente el parietal derecho si consideramos la facultad de dirigir la atención. Pero esto no significa que el hemisferio izquierdo carezca de habilidades atencionales, como hemos visto. A este respecto cabe comentar que uno de los temas que está despertando mayor interés en la especialidad es la interacción interhemisférica. La pregunta que se plantean estas investigaciones es ¿cómo pueden ambos hemisferios integrarse para hacer frente a las demandas atencionales de distintas tareas? Se ha sugerido un modelo de “economía de recursos”, en el que se implicarían ambos hemisferios sólo cuando las demandas atencionales fueran elevadas, y en el que el cuerpo calloso es visto no sólo como una simple conexión de fibras interhemisféricas, sino como la estructura que modula en cada momento la intervención de uno o de ambos hemisferios, con lo que esta región tendría el poder de “aislar” a un hemisferio si se da una situación en la que esto es más ventajoso, o de “comunicar” ambos hemisferios en el caso de que la tarea lo requiera (Banich, 1998).

### 3. LA TÉCNICA DE LA ESCUCHA DICÓTICA

Si el investigador está interesado en determinar la especialización hemisférica funcional para el procesamiento de material auditivo, dispone de una técnica conductual no invasiva que resulta tanto cómoda como asequible, ya que es relativamente fácil de administrar y su confección no necesita un coste elevado: la Escucha Dicótica (ED). Ésta pertenece a las llamadas técnicas de lateralización de estímulos: taquistoscópica, dicótica y diháptica, que se caracterizan por aplicar los estímulos visuales, auditivos y táctiles de manera que sean procesados por un sólo hemisferio. Para lograrlo se aprovechan de la especial configuración de las vías sensoriales aferentes, que, como sabemos, es predominantemente contralateral (Barroso, 1994). La técnica taquistoscópica y la dicótica son algunas de las que más investigación han generado en neuropsicología, aunque de todos modos se ha de ser cauto a la hora de interpretar los resultados, puesto que la presencia del cuerpo calloso asegura la comunicación interhemisférica (Hellige, 1990).

La característica básica de la situación dicótica consiste en presentar en un momento dado más estímulos de los que el cerebro puede procesar. Es decir, se presentan a la vez más estímulos de los que pueden ser analizados conscientemente. La cuestión entonces es cuál de ellos será seleccionado. La situación de la escucha dicótica implica que dos estímulos auditivos distintos se presentan exactamente al mismo tiempo, uno en cada oído, siendo la tarea del sujeto el indicar cuál de los estímulos ha oído, y la del experimentador el anotar si es el estímulo aplicado al oído derecho o al izquierdo el que se identifica en cada ensayo. (Hugdahl, 1996)

La técnica de Escucha Dicótica se viene utilizando desde los años 60 para el estudio de un procesador lingüístico supuestamente alojado en el hemisferio izquierdo y asociado a la identificación de la fonética del discurso, sin embargo, en la práctica neuropsicológica su campo de aplicación es mucho más amplio, resultando en una medida de la función del lóbulo temporal, de la atención selectiva y de la velocidad de procesamiento del estímulo, además de ser una medida de la asimetría hemisférica para el lenguaje. (Hugdahl, 1995).

### 3.1) ORÍGENES DE LA TÉCNICA

Como comentábamos *ut supra*, la Escucha Dicótica nació dentro del estudio del tema de la atención selectiva. Hasta los años 50, la mayor parte de los trabajos que demostraban los efectos de la atención en la percepción se habían llevado a cabo en el sistema visual, pero las conclusiones se veían confundidas por la posibilidad de que los ajustes de tipo motor (movimientos de cabeza y ojos) tuvieran una influencia en la selección visual del estímulo. Aunque estos ajustes sean importantes en el mundo real, son obvios y de poco interés para el investigador. A partir de los trabajos originales de **Broadbent** (1952 a, b, c), la Escucha Dicótica se reveló como un paradigma en el cual el ajuste motor no servía para explicar los resultados (como veremos más adelante algunos investigadores han estudiado la posibilidad de que los movimientos de los ojos puedan influir también los resultados de la Escucha Dicótica), y por lo tanto aportaba una clara evidencia para la existencia de un mecanismo central del procesamiento atencional (Egeth, 1992).

La pregunta básica que se planteó Broadbent era cómo respondían los sujetos a un mensaje determinado mientras estaban escuchando otro que no era relevante y que, por tanto, debían ignorar (Broadbent, 1952 b, c). En el artículo clásicamente citado como origen de la Escucha Dicótica (Broadbent, 1952 a), el autor estudió la respuesta de los sujetos cuando no existía intervalo temporal entre el mensaje que se escuchaba por el oído izquierdo y el que se escuchaba por el oído derecho (es decir, cuando ambos se escuchaban *a la vez*). El título del artículo: “*Fracaso atencional en la audición selectiva*” adelantaba ya que la tarea no resultó trivial, y el propio artículo demostró que la dificultad intrínseca de atender dos mensajes a la vez no era puramente una cuestión de confusión en la percepción auditiva, sino que los procesos atencionales centrales jugaban un papel importante en la tarea. Más adelante, el mismo autor mejoró y desarrolló la técnica de ED para simular la carga atencional que experimentaban los controladores aéreos cuando recibían simultáneamente información acerca del vuelo de mas de un aeroplano a la vez (Broadbent, 1954). En este trabajo los mensajes dicóticos eran listas de números (v.g. 2-5-3 en un oído y 7-1-4 en el otro). Si la presentación era rápida (2 números/seg) los sujetos tendían a decir primero los números de un oído y

luego los del otro (“253-714”), pero con presentaciones más lentas los sujetos eran capaces de identificar los ítems en el orden original (“27-51-34”). Estos trabajos pioneros con Escucha Dicótica llevaron a Broadbent a postular su *Teoría del Filtro* atencional descrita en el apartado anterior (Broadbent, 1958). Donald Hebb comentó que los estudios de Broadbent ofrecían evidencias de que la técnica recogía aspectos de la memoria a corto plazo, y que también podía aplicarse para el estudio de estas funciones (Bryden, 1988). Los trabajos inmediatos recogieron ambos aspectos (atención y memoria), dedicándose a variar el tipo de material, la velocidad de presentación de los estímulos, el número de ítems, y la facilidad de cambiar de un canal a otro (Bryden, 1962, 1964; Moray, 1960).

En 1961, **Doreen Kimura** publicó dos artículos en los que aplicaba la técnica a un tema clásico en la neuropsicología: el estudio de la función hemisférica diferencial en pacientes lesionados y en sujetos normales (Kimura 1961 a, b). En uno de ellos (Kimura, 1961 b), aportó datos de Escucha Dicótica en pacientes epilépticos que estaban a punto de ser intervenidos en el lóbulo temporal para paliar su enfermedad. Muchos pacientes tenían hecha la prueba de Wada para la lateralización del lenguaje (Wada y Rasmussen, 1960) y, por tanto, la localización de sus centros de procesamiento lingüístico era conocida. Kimura demostró que los sujetos con representación del lenguaje en hemisferio derecho eran más exactos a la hora de identificar los ítems del oído izquierdo, mientras que aquellos con representación lingüística en hemisferio izquierdo eran más hábiles identificando los ítems del oído derecho, siendo este efecto independiente de la preferencia manual del sujeto. En el segundo estudio (Kimura, 1961 a) aplicó la técnica a sujetos normales, y demostró que la mayor parte de ellos identificaban más ítems del oído derecho que del izquierdo, denominando este efecto **“ventaja del oído derecho” (VOD)**. Este término ya se ha hecho clásico y, para medir su magnitud, se han desarrollado varios índices de lateralidad (IL) (Bryden y Sprott, 1981; Kuhn, 1973; Marshall, Caplan y Holmes, 1975; Repp, 1977), que en general reflejan una puntuación diferencial entre el oído derecho y el izquierdo. Los valores positivos indican una superioridad o **“ventaja del oído derecho” (VOD)**, los valores negativos una superioridad o **“ventaja del oído izquierdo” (VOI)** y el valor de cero un rendimiento igual en ambos oídos, o **“no ventaja entre oídos” (NVO)**. A partir de estos

datos, Kimura sugirió que la Escucha Dicótica proporcionaba una medida no invasiva para la lateralización del lenguaje en sujetos sanos. Que la VOD existía en sujetos sanos fue un dato replicado pronto (v.g. Bryden, 1963), y la propia Kimura mostró que podía obtenerse también en niños (Kimura, 1963), y que con la presentación dicótica de melodías se obtenía el efecto contrario (una ventaja del oído izquierdo, o VOI) (Kimura, 1964). Desde entonces, se han escrito cientos de artículos que tratan los aspectos neuropsicológicos de la Escucha Dicótica, tanto en población normal como patológica.

### **3.2) FACTORES ASOCIADOS AL ESTÍMULO Y A LAS ESTRATEGIAS DEL SUJETO EN LA ESCUCHA DICÓTICA**

Como hemos visto, los trabajos iniciales con la técnica de la Escucha Dicótica implicaban la presentación de listas de números. Estos primeros procedimientos no sólo eran relativamente imperfectos en el ámbito técnico, con poco control sobre la sincronización de los pares dicóticos, el volumen de las señales competitivas o la longitud relativa de los ítems (v.g. *seven/one* dos sílabas frente a una), sino que el mismo método era cuestionable en cuanto al análisis de los datos e interpretación de los mismos (Bryden, 1978). El estudio prototípico de la primera época consistía en la presentación de dos listas, una en cada oído, de 3 ó 4 números cada una, y el sujeto tenía que recordar tantos números como pudiera, en cualquier orden. Esto permitía que el sujeto aplicara una estrategia atencional de manera consciente (elegir atender al oído derecho en primer lugar porque se percibía con más claridad, o elegir atender al oído izquierdo *precisamente* porque se percibía con más dificultad), y que esta decisión pudiera tener un efecto sobre el resultado. Por otro lado, el efecto de la memoria también afectaba al resultado de la prueba, ya que aquellos sujetos con buena memoria a corto plazo podían recordar todos los ítems en el orden correcto y por tanto no obtenían la VOD (Bryden, 1978). Por lo tanto, era poco razonable asumir que la especialización hemisférica era el único factor que afectaba la magnitud de la VOD, y para evitar estos problemas pronto aparecieron procedimientos alternativos.

Studdert-Kennedy y Shankweiler (1970) fueron los pioneros de uno de los procedimientos alternativos que más se ha extendido entre los investigadores del tema.

Con mucho más control sobre la calidad acústica del estímulo y la exactitud en la sincronización del que se había empleado hasta entonces, presentaron una sola sílaba consonante-vocal-consonante a cada oído. Los estímulos sólo diferían en la consonante inicial, la vocal o bien la consonante final. Encontraron más VOD para las consonantes que para las vocales, siendo el efecto más consistente para las consonantes primeras que para las finales. Eligieron las consonantes oclusivas “P/T/K/B/D/G”, porque estos sonidos se caracterizan por tener un fonema de inicio rápido (explosivos) y por estar más codificadas en términos de señal acústica. Las consonantes podían ser sintetizadas artificialmente en un entorno articulatorio constante, con una alineación entre canales auditivos exacta, y posibilitando la variación en la dimensión acústico-fonética (a la cual el hemisferio donde se localice el procesador lingüístico es presumiblemente más sensible), con mínimo compromiso semántico y mnésico. Su éxito llevó a muchos autores a utilizar un material semejante, usando pares **consonante-vocal (C-V)**, siendo la vocal normalmente la /a/. Con el uso de pares dicóticos compuestos por una sola sílaba C-V sin sentido que sistemáticamente difieren en un sólo fonema, se minimizaban los posibles factores contaminantes asociados a la memoria y la atención. Los sujetos atendían a ambos oídos y verbalizaban ambos ítems, siendo el primero el ítem del que normalmente estaban más seguros. Algunos trabajos se dedicaron a comparar la VOD que generaban los distintos tipos de fonemas, encontrando que las consonantes oclusivas generaban mayores VOD, mientras que las vocales apenas generaban diferencias entre oídos, siendo aparentemente identificadas por procesadores no lateralizados; por su parte, las fricativas y las líquidas producían efectos intermedios entre las oclusivas y las vocales (Bradshaw, Burden y Nettleton, 1986; Darwin, 1971; Haggard, 1971; Hayden, Kirstein y Singh, 1979)

En estos trabajos que empleaban estímulos C-V, los sujetos eran instruidos para atender a ambos oídos y a identificar las dos sílabas si era posible. Bryden (1978) argumentó que si bien este procedimiento minimizaba los efectos de memoria, aun así el sujeto debía recordar dos sílabas. Es más, ya que era común para los sujetos que se les diera la instrucción de que verbalizasen los ítems en el orden en el que tuvieran mas confianza (que dijeran primero el ítem del que estuvieran mas seguros), era el propio sujeto quien decidía cuál de los dos verbalizar antes, así que aún era posible por los

efectos del orden que se alterase la VOD. En 1983, Bryden, Munhall y Allard compararon la exactitud en la respuesta del primer ítem frente a la del segundo, y aportaron evidencia de que las segundas elecciones no son más que intentos de adivinar de entre las cinco alternativas restantes. Además los autores contabilizaron los aciertos mediante dos métodos distintos: primero con todos los ensayos, incluso aquellos en los que el sujeto identificaba ambas sílabas (pares “*double correct*”, o de acierto doble), y en un segundo análisis incluyendo sólo aquellos en los cuales el sujeto identificaba un ítem correctamente y fracasaba en identificar el otro (los pares “*single-correct*”, o de acierto único), concluyendo que el segundo método ofrecía una información más fiable de lateralización, y aconsejando que se corrigieran los protocolos de esta manera.

El caso es que los efectos de las estrategias, aunque minimizados, se mantenían en el procedimiento de acierto único (Bryden, 1988). Se ofrecieron varias soluciones para controlar los efectos asociados a las estrategias atencionales adoptadas por el sujeto cuando se enfrentaba a una prueba de Escucha Dicótica. Una estrategia posible fue precisamente manipular el factor que se pretendía controlar, lo cual se pudo conseguir ofreciendo instrucciones atencionales precisas a los sujetos. En el trabajo de Bryden, Munhall y Allard (1983) los sujetos fueron instruidos a atender a un oído y luego a otro en distintos *sets* dicóticos. La exactitud en el OD cuando se le atendía se comparó con la exactitud en el OI cuando se le atendía, y los resultados demostraron una VOD con la varianza entresujetos reducida. Una opción distinta, pero que también manipulaba la atención en forma de orden para los sujetos, la ofrecieron Geffen y Traub (1979). En este estudio se preparó una larga lista de palabras presentadas dicóticamente. Dentro de esta lista los sujetos debían atender a una palabra determinada, que aparecía al azar unas veces en un oído y otras en el otro, y hacer una señal cuando la oyeran. Con un estímulo determinado como diana (*target*) se podían obtener dos medidas: la exactitud en la respuesta y el tiempo de reacción ante la presentación de la misma. El primero de los trabajos dió lugar a la línea de estudios que utilizaron el “*paradigma de atención forzada*”, dentro de los cuales se encuadra esta Tesis. El segundo dió origen al “*paradigma de monitorización dicótica*”, que ha sido continuado por varios autores de manera relativamente paralela al anterior. Ambas líneas se dedican a estudiar la influencia de la atención selectiva en la Escucha Dicótica, apartado en el que se

profundizará más adelante. Baste decir por ahora que, aunque algunos autores han argumentado que la atención es una fuente de error para el estudio de la "verdadera" lateralización, y que debe ser eliminada de la situación dicótica (Bryden, Munhall y Allard, 1983), otros han sugerido el uso de estos métodos para estudiar la interacción de la atención con la lateralización del lenguaje, entendiendo esta relación como un paradigma en sí mismo, y no tratar la atención como una fuente de error intrasujeto (Hugdahl y Andersson, 1986)

Una alternativa diferente fue la ofrecida por Wexler y Halves (1983), que eligieron modificar la calidad del estímulo en vez de alterar las instrucciones. Estos autores confeccionaron un test de Escucha Dicótica compuesto por parejas de palabras que rimaban, y que por tanto sólo diferían en el primer fonema. Las palabras fueron escogidas con cuidado, teniendo en cuenta tanto factores acústico-fonéticos como semánticos (frecuencia de uso), con la intención de que ambos sonidos se *fundieran* en una sola unidad perceptual. Con este material ("*Fused Dichotic Word Test*" FDWT), los sujetos efectivamente tenían la impresión de oír un único sonido, localizado en el centro de la cabeza. A pesar de esto, el ítem que se escuchó más a menudo fue el presentado en el OD, obteniéndose así una VOD consistente. En nuestro país, el grupo de Junqué y cols. ha confeccionado un test de ED cuyos estímulos están escogidos siguiendo la misma lógica del FDWT (v.g. pez/vez), y lo han aplicado en el ámbito de la Neuropsicología clínica. Estudios recientes han demostrado que, aunque el FDWT en general es resistente a los efectos de la atención selectiva, no está completamente libre de éstos (Asbjørnsen y Bryden, 1996)

### **3.3) MODELOS EXPLICATIVOS DE LA VENTAJA DEL OÍDO DERECHO: EL MODELO ESTRUCTURAL**

En general, existen dos teorías o modelos fundamentales que intentan explicar el hecho de que el oído derecho rinda por encima del izquierdo en una tarea de Escucha Dicótica. El primero, llamado *modelo estructural*, explica la VOD haciendo referencia a la anatomía y fisiología del sistema auditivo, enfatizando la noción de que las vías

contralaterales ocluyen o inhiben a las ipsilaterales bajo estimulación dicótica (Kimura, 1967). La teoría alternativa, el *modelo atencional*, atribuye la VOD al efecto activador, diferencial para cada hemisferio, que resulta de atender a un tipo particular de estímulo (Kinsbourne, 1970, 1973, 1975).

Antes de precisar el modelo estructural, creemos conveniente describir brevemente la anatomía y fisiología del sistema auditivo humano.

El procesamiento central de los estímulos auditivos es complejo y no comprendido en detalle. Las señales procedentes de los oídos utilizan tanto vías ipsilaterales como contralaterales, y la información es procesada en múltiples áreas antes de llegar al córtex auditivo primario (Hällgreen, Johansson, Lardsby y Arlinger, 1998). A continuación se expone un resumen y se remite al lector a la Figura 1, adaptada de Carlson (1999).

El nervio coclear (una parte del VIII par craneal) conduce los impulsos generados por el órgano de Corti hacia los **núcleos cocleares dorsal y ventral**, situados posterolateral y anterolateralmente, respectivamente, al pedúnculo cerebeloso inferior.

A partir del **núcleo coclear dorsal** se forma la *estria acústica dorsal*, que cruza el tegmento pontino en dirección a un complejo celular de relevo: el **núcleo olivar superior contralateral**.

A partir del **núcleo coclear ventral** las fibras pueden proyectarse al coclear dorsal ipsilateral, o bien formar la *estria acústica intermedia* en dirección al **núcleo olivar superior ipsilateral o contralateral**, o bien formar la *estria acústica ventral*, que discurre transversalmente a través de la parte caudal de la protuberancia y sinapta en los núcleos del *cuerpo trapezoide*. Las fibras procedentes del cuerpo trapezoide se dirigen a su vez al **núcleo olivar superior contralateral**.

Desde el **núcleo olivar superior** las fibras aferentes se suman al **lemnisco lateral** ascendente, que es la mayor vía auditiva troncoencefálica (ubicada en el tegmento lateral). La mayor parte de las fibras auditivas asciende por el lemnisco lateral contralateral al núcleo coclear origen.

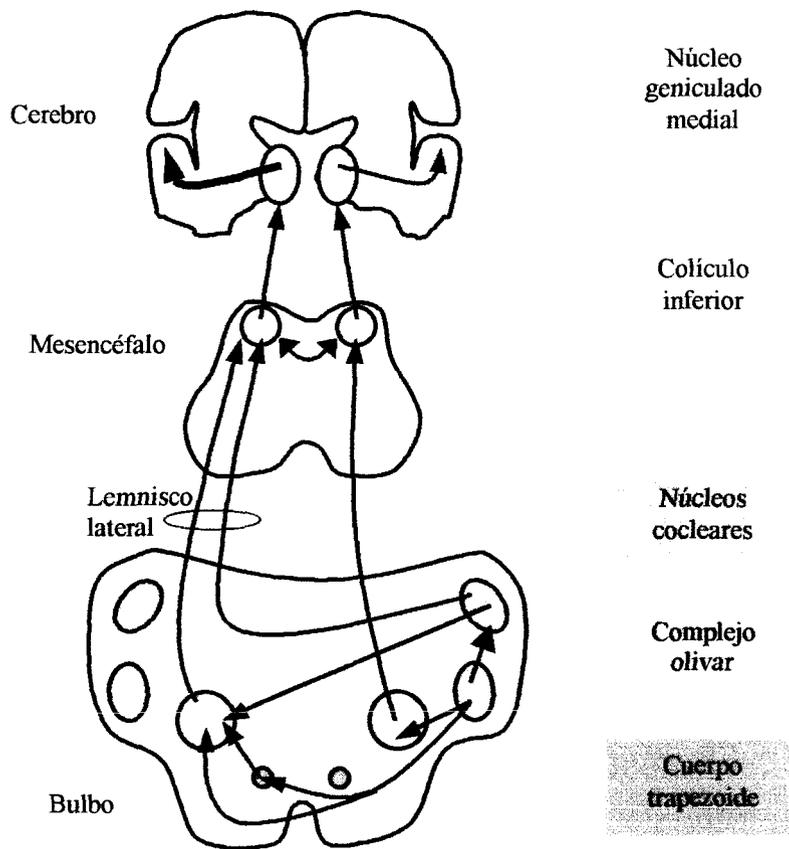
Ya en el mesencéfalo, las fibras del lemnisco lateral hacen sinapsis en el **colículo inferior**, desde este, algunos axones cruzan al colículo contralateral (comisura del colículo inferior). Otros aferentes forman el brazo del colículo inferior, proyectándose hacia el **cuerpo geniculado medial del tálamo**.

Desde el tálamo se forman las radiaciones auditivas (parte sublenticular de la cápsula interna y parte lateral de la corona radiada) que terminan en el **área 41** (circunvolución de Heschl o corteza auditiva primaria) ubicada en la circunvolución temporal superior.

Además de esto, existe un tracto eferente: el haz *olivococlear*, que se proyecta hacia las células ciliadas del órgano de Corti, procedente de núcleos troncoencefálicos contralaterales, incluyendo uno de los núcleos del complejo olivar superior. Dicha vía representa un mecanismo de retroalimentación inhibitoria sobre el estímulo auditivo.

Como se puede ver, existen muchas sinapsis a lo largo de la vía aferente tanto ipsilaterales como contralaterales, sin embargo hay evidencia de que existe un número mayor de fibras contralaterales, por lo que estas tienen una mejor representación cortical que las ipsilaterales (Celesia, 1976; Rosenzweig, 1951).

Una vez llegados los estímulos auditivos a la corteza, se ha sugerido una red cortical similar a la propuesta para el sistema visual: la información auditiva se procesaría mediante dos vías, ambas originadas en el centro del córtex auditivo primario. Una vía, especializada en el proceso de patrones auditivos, se proyectaría al cinturón lateral del giro temporal superior. La segunda vía, especializada en procesar la información auditiva espacial, se proyectaría a áreas parietales. Ambas vías convergerían finalmente en el córtex prefrontal (Kaas, Hackett y Tramo, 1999; Rauschecker, 1998).

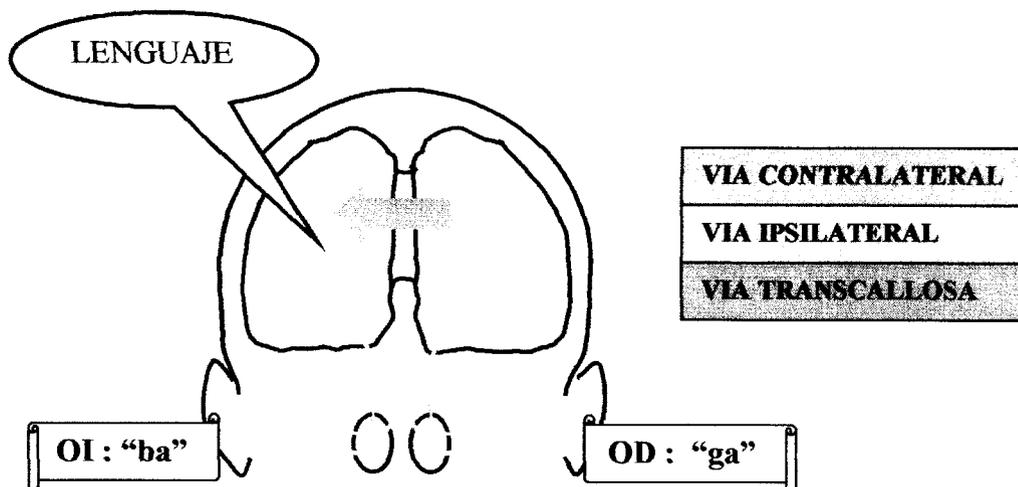


**Figura 1:** Representación esquemática de las vías auditivas humanas.

Finalmente, la vía transcallosa asegura la comunicación entre ambos hemisferios. Se estima que existen dos millones de fibras interhemisféricas en el cuerpo calloso adulto, y que su organización se estructura en varias regiones o “canales”, cuya distribución topográfica y funcional desde la parte posterior a la anterior refleja la localización de las distintas áreas corticales primarias (Clarke, McCann y Zaidel, 1998). De esta manera, en la parte posterior, el esplenio, se concentran las fibras visuales, mientras que las auditivas cruzarían anteriores a estas. Existe todavía el debate de si las fibras auditivas cruzan a nivel de esplenio anterior (Sugishita y cols., 1995), a nivel del isthmus (Alexander y Warren, 1988), o incluso por una región aún más anterior (Risse, Gates, Lund, Mazwell y Rubens, 1989). Las fibras callosas pueden conectar regiones homotópicas o heterotópicas entre ambos hemisferios (Innocenti, 1986). Por otro lado, hay amplia evidencia de que las fibras son de naturaleza excitatoria, aunque pueden tener también efectos inhibitorios mediados por interneuronas postcallosas (Conti y Manzoni, 1994).

Volviendo a los modelos explicativos de la VOD en la Escucha Dicótica, el *modelo estructural* (ver Figura 2), también llamado *clásico*, se basa los siguientes supuestos (Kimura, 1967):

- 1) Como ya se ha comentado, las vías auditivas aferentes contralaterales son preponderantes sobre las ipsilaterales.
- 2) El hemisferio izquierdo está especializado para el procesamiento del lenguaje.
- 3) Las vías ipsilaterales se inhiben, u ocluyen, bajo estimulación dicótica.
- 4) La información procedente del oído izquierdo alcanza el hemisferio derecho, y tiene que atravesar el cuerpo calloso antes de llegar a los centros lingüísticos del hemisferio izquierdo para ser procesada.



**Figura 2:** Modelo de Kimura de Escucha Dicótica en sujetos normales: En presentación dicótica, la vía ipsilateral queda suprimida, de manera que "ga" se proyecta al hemisferio izquierdo y "ba" al derecho. La sílaba "ba" sólo puede acceder al hemisferio izquierdo a través de las comisuras. Como consecuencia, la sílaba "ga" se identifica con más precisión que "ba" (ventaja del oído derecho, VOD).

Tomando todos los supuestos juntos, la VOD se debe a que la información recibida por el oído derecho recorre un camino más corto y directo hasta el hemisferio izquierdo (vías contralaterales), mientras que la recibida por el oído izquierdo debe recorrer las vías contralaterales y también las transcalsos para ser decodificada, lo cual

repercute en la calidad de su trazo y da lugar a respuestas de mayor latencia y/o con un número mayor de errores. Así pues, para este modelo la VOD para el material verbal reflejaría una superioridad del hemisferio izquierdo para el lenguaje, mientras que la obtención de una VOI supondría lo contrario, una representación de lenguaje en hemisferio derecho.

Los supuestos básicos del modelo estructural, inhibición ipsilateral y vía transcallosa, se respaldan sobre todo en el hallazgo de que los **pacientes comisurotomizados** presentan una casi completa extinción del oído izquierdo bajo estimulación dicótica (Milner, Taylor y Sperry, 1968; Sparks y Geschwind, 1968; Springer y Gazzaniga, 1975). Los trabajos citados demostraron que estos pacientes conservaban una audición normal y su rendimiento no se diferenciaba de los controles en situación de escucha monoaural, es decir, cuando los estímulos les eran presentados uno a uno (lo que implica que la vía ipsilateral del oído izquierdo era funcional bajo esta condición). Pero al aplicar la Escucha Dicótica lo que sucedió es una versión exagerada de la asimetría encontrada en normales: el sujeto respondía con precisión a los estímulos presentados por el oído derecho, pero su rendimiento en oído izquierdo apenas superaba el nivel de lo esperado por azar. A partir de los datos de la revisión de Sidtis (1988) se pudo concluir que lo que parecía determinante en la actuación de estos pacientes era el tipo de estímulo aplicado: algunos pacientes podían rendir en el oído izquierdo al nivel de los normales cuando el test se componía de dígitos, sin embargo la extinción del OI era mucho más habitual si el test se componía de sílabas C-V. Por otra parte, en esta misma revisión se aportaron datos pre y post operatorios que demostraron que el efecto aparecía tras la comisurotomía, lo que evidenciaba el papel de la vía transcallosa en la VOD y apoyaba al modelo estructural.

Otras condiciones patológicas como la hemisferectomía, la agenesia del cuerpo calloso, la Esclerosis Múltiple o la patología cerebrovascular también se han utilizado para probar los supuestos del modelo estructural. Los pacientes con **ablación de hemisferio derecho** mostraron la esperada extinción del oído izquierdo (Nebes y Nashold, 1980), lo que resulta coherente con el supuesto de inhibición ipsilateral izquierda. La actuación de los sujetos con **agenesia del cuerpo calloso** fue más

inconsistente, existiendo tanto datos a favor de una actuación similar de ambos oídos, como evidencias de asimetrías, aunque a veces en el sentido de una VOI (ver la revisión de Chiarello, 1980). Sin embargo, hay que señalar que los sujetos acallosos no son una buena muestra si lo que se pretende es probar el modelo estructural de ED, sino que más bien representan una población que nos puede ayudar a entender el origen y desarrollo de la asimetría hemisférica para el lenguaje. En este sentido, la controversia acerca de la representación bilateral o asimétrica del lenguaje en estos pacientes continúa (Lassonde, Bryden y Demers, 1990). Con respecto a la **esclerosis múltiple**, patología autoinmune caracterizada por placas desmielinizantes, puede ayudarnos en el tema que nos ocupa en función de que los pacientes escogidos tengan afectación del cuerpo caloso. Los estudios en este tipo de pacientes han encontrado, efectivamente, una extinción del oído izquierdo (aunque no tan extrema como en los sujetos comisurotomizados), que correlaciona positivamente con la atrofia del cuerpo caloso medida a través de Resonancia Magnética (Barkhof y cols. 1998; Pelletier y cols. 1992, 1993, 2001; Rao y cols., 1989). En cuanto a los pacientes con **lesión vascular unilateral** localizada en el lóbulo temporal, se ha encontrado que, en primer lugar, la mayoría de los individuos han mostrado una superioridad del hemisferio izquierdo para la identificación de material relacionado con el lenguaje, obteniendo la clásica VOD; segundo, existe un efecto de la lesión, en el sentido de que la propia lesión, especialmente si implicaba al córtex auditivo primario, producía un déficit en el oído contralateral: la lesión en el lóbulo temporal izquierdo conllevaba un déficit en el OD, lo cual resultaba en una VOI. De forma similar, la lesión en el lóbulo temporal derecho producía un déficit en el OI, y resultaba en una VOD exagerada (Oscar-Berman, Zurif y Blumstein, 1975; Schulhoff y Goodglass, 1969; Sparks, Goodglass, y Nickel, 1970). Finalmente, y siguiendo la lógica de que la extinción en la ED implica lesión en el recorrido de las vías auditivas, se han realizado otros trabajos aplicando la técnica a los **síndromes lacunares y periventriculares** (Arboix, Junqué, Vendrell y Martí-Vilalta, 1988, 1990; Pujol y cols., 1991), a la **hidrocefalia** (Junqué, Vendrell, Parés y Molet, 1991), o a la **enfermedad de Parkinson** (Hugdahl, Wester y Asbjørnsen, 1990). Estos trabajos han demostrado la implicación de algunas fibras de proyección (cápsula interna y externa) y del núcleo ventrolateral (VL) del tálamo en la ejecución de la prueba de ED. En relación con este último, se observó que la talamotomía del núcleo VL izquierdo conllevó una

disminución de la VOD, mientras que la del VL derecho no la afectó. Asimismo, la estimulación talámica VL produjo un aumento de la VOD cuando se aplicaba al VL izquierdo, habiéndose sugerido que este núcleo podría ser un mecanismo que dirigiría la información de manera asimétrica (o sea, al hemisferio izquierdo), actuando como un interruptor que activaría las áreas corticales focales apropiadas envueltas en el procesamiento lingüístico (Hugdahl y Wester, 2000)

Además de las investigaciones de corte clínico, algunos estudios funcionales han aportado datos que apoyan la noción de que la estimulación auditiva se procesa preferentemente de manera contralateral. En este sentido, Tzourio y cols. (1997) aplicaron TEP a 17 sujetos mientras atendían a tonos recibidos monoauralmente en el oído izquierdo o derecho, y encontraron una asimetría en la actividad de la circunvolución temporal superior a favor del córtex contralateral al oído atendido. Por otra parte, mediante Magnetoencefalografía se ha demostrado que la huella neural de un tono presentado dicóticamente produce un potencial evocado que aparece primero y con mayor amplitud en el córtex contralateral auditivo (Mäkelä y cols. 1993), lo que es coherente con la propuesta de que bajo estimulación dicótica las vías ipsilaterales tienden a inhibirse, aunque este efecto parece ser dependiente de la frecuencia concreta del sonido (Yvert, Bertrand, Pernier y Ilmoniemi, 1998).

Algunos autores han sugerido que la ventaja del oído derecho no debe atribuirse al proceso lingüístico de los estímulos, sino que más bien refleja una asimetría general en la percepción de la audición que favorecería al oído derecho (Harris, 1994). Sin embargo, un estudio reciente (Best y Avery, 1999) encontró un dato relevante (a la vez que curioso) a favor de la postura contraria, que la VOD sí refleja la asimetría del procesamiento lingüístico. Se confeccionó un test de ED con consonantes de tipo "click", estos fonemas son sonidos que sólo tienen significado lingüístico en determinadas lenguas como el Zulu (un ejemplo de estas consonantes sería el sonido del beso). Se aplicó este test de ED a sujetos que comprendían el Zulu y a otros que no, y resultó que sólo aquellos que lo comprendían obtuvieron la VOD, mientras que aquellos para los que las consonantes eran sonidos sin contenido lingüístico no obtuvieron ventaja.

### **3.4 ) VALIDEZ Y FIABILIDAD DE LA ESCUCHA DICÓTICA**

Como vimos anteriormente, los datos provenientes de estimaciones clínicas (incidencia de la afasia, resultados de la prueba de Wada y de la comisurotomía), indican que la representación del lenguaje en el hemisferio izquierdo para los diestros es aproximadamente del 90-99%. Desde que Kimura sugirió que la VOD reflejaba un índice de especialización hemisférica para el lenguaje y los trabajos se multiplicaron, aparecieron muchos datos señalando la discrepancia existente entre el dato clínico y las estimaciones obtenidas mediante ED, cuyo rango de sujetos que obtienen VOD es de 65-85% (Teng, 1981). Esto significa que la ED clasifica incorrectamente al menos a un 15% de sujetos y, por lo tanto, su eficacia como técnica predictiva de lateralización lingüística a nivel individual, y su utilidad como instrumento diagnóstico, se ve cuestionada (Segalowitz, 1986). Se han aportado varias hipótesis explicativas de este hecho, desde las diferencias individuales en la asimetría a nivel de configuración de vías auditivas aferentes (Sidtis, 1982), la influencia de otros factores relacionados con las estrategias del sujeto, como la atención, en la realización de la prueba (Bryden, 1988), o la posibilidad de que la ED esté midiendo aspectos lingüísticos de alguna forma distintos (más relacionados con la comprensión del lenguaje) a los que se observan en el ámbito clínico (más relacionados con la expresión del lenguaje) (Strauss, Kosaka y Wada, 1983). En este apartado revisaremos brevemente los estudios que intentan relacionar la ED con otras técnicas que miden la lateralización del lenguaje (validez), los que buscan la correlación entre diversos paradigmas de ED (fiabilidad intertest), y aquellos que se han ocupado de comprobar la estabilidad temporal del índice obtenido (fiabilidad test-retest).

#### **3.4.1) VALIDEZ**

El acercamiento clásico a la hora de validar la ED es compararla con la prueba de Wada (Wada y Rasmussen, 1960). Según esta metodología, los sujetos clasificados como VOD, VOI o NVO deberían corresponder a la clasificación de lenguaje

lateralizado en HI, HD o bilateral en la prueba de Wada. Hay que señalar que en estos estudios se tiene en cuenta la *dirección* y no la *magnitud* de la ventaja obtenida en la ED.

La propia Doreen Kimura (1961 b) ya aportó datos en esa dirección con respecto a la ED de dígitos como ya comentamos anteriormente, pero sus resultados se presentaron para los sujetos como grupo, dejando abierta la cuestión de la validez de la técnica para predicciones individuales. Además, no toda la muestra del estudio se había sometido a la prueba de Wada, y por otra parte el estudio no incluyó sujetos con representación bilateral del lenguaje. Strauss, Gaddes y Wada (1987), aplicando un test de ED similar al de Kimura aunque con palabras, encontraron que sólo los pacientes con lenguaje en hemisferio izquierdo obtuvieron la esperada VOD (aquellos con representación lingüística derecha no obtuvieron ventaja significativa como grupo, y aquellos con representación bilateral obtuvieron también VOD). El test de Escucha Dicótica con sílabas consonante-vocal como estímulo también ha sido validado (Hugdahl, Carlsson, Uvebrant, Astri y Lundervold, 1997) con el test de Wada. En este estudio se aplicó la ED a 13 adolescentes y niños antes y después de la cirugía de la epilepsia. Se clasificaron correctamente 8 de 10 pacientes con lenguaje en hemisferio izquierdo y 3 de 3 pacientes con lenguaje en hemisferio derecho (el estudio no incluyó pacientes con representación lingüística bilateral). Geffen y Caudrey (1981), aplicando el paradigma de monitorización dicótica, fueron capaces de clasificar correctamente al 95% de su muestra utilizando un análisis discriminante que incluyó la preferencia manual, las respuestas correctas y el tiempo de reacción, aunque algunos pacientes con lenguaje lateralizado en hemisferio derecho mostraron VOD que no diferían de las ofrecidas por los pacientes con lenguaje en hemisferio izquierdo. Por su parte el test dicótico *Fused Dichotic Words Test* desarrollado por Wexler y Halwes (1983) también ha sido comparado con la prueba de Wada tanto en adultos (Zatorre, 1989) como en niños (Fernandes y Smith, 2000). En el primer estudio, 33 de 35 pacientes con lenguaje en hemisferio izquierdo mostraron VOD, y 4 de 4 pacientes con lenguaje en hemisferio derecho mostraron VOI; el resto de pacientes obtuvieron representación lingüística bilateral y ventajas en una u otra dirección, aunque de menor magnitud que los pacientes claramente lateralizados. En el segundo estudio se clasificaron correctamente 12 de 19 pacientes con lenguaje en hemisferio izquierdo, 1 de 1 con lenguaje en

hemisferio derecho, y 6 de 8 pacientes con representación bilateral. Todos estos trabajos apuntan a que la validez de la técnica es buena, pero no infalible, así que su adecuación al ámbito clínico como herramienta diagnóstica y/o predictora a nivel individual sigue estando cuestionada.

En cualquier caso, estos hallazgos se remiten a muestras de pacientes epilépticos ya que, como es sabido, la técnica de Wada es invasiva y no es apropiada para aplicarla a la población normal (Strauss, 1988). Examinaremos ahora los estudios que relacionan medidas de neuroimagen estructural (RM), funcional (RMf, TEP) y medidas electrofisiológicas con la ejecución del test de ED, lo que nos puede ayudar a entender las bases neurales del efecto dicótico en sujetos sanos y a profundizar en el tema de la validez de la ED.

Desde el punto de vista puramente estructural nos interesa la correlación entre el *planum temporale* y/o el cuerpo calloso con los resultados del test de ED. El *planum temporale* es, como dijimos al inicio de este trabajo, un área adyacente a la corteza auditiva primaria. Su importancia para el lenguaje reside en que contiene la mayor parte del área citoarquitectónica Tpt, una región comúnmente afectada en la afasia de Wernicke y que tiene conexiones con la región prefrontal inferior en el opérculo frontal (Barroso, 1994). En el estudio clásico de Geschwind y Levitsky (1968) se encontró una asimetría a favor del hemisferio izquierdo en 65 de 100 cerebros estudiados postmortem. Si a partir de estos datos se infiere que el *planum temporale* representa una base estructural para el lenguaje, se podría esperar que aquellos sujetos con mayores asimetrías en esta zona a favor de su hemisferio izquierdo obtuvieran mayores VOD. Sin embargo, el estudio de Jäncke y Steinmetz (1993) no encontró ninguna correlación entre la magnitud de la asimetría del *planum* evaluada mediante Resonancia Magnética (RM) y el índice obtenido en varios tests de ED (dígitos, consonante-vocal, monitorización dicótica con aciertos y tiempo de reacción). Aunque una conclusión posible de este estudio sea que las distintas pruebas de Escucha Dicótica no midieran la lateralización del lenguaje, también es cierto que se desconoce al detalle hasta qué punto la magnitud de la asimetría en el *planum* revela esta misma lateralización. Una extensa revisión de Beaton (1997) concluye que es aconsejable una respuesta conservadora a la

pregunta, ya que la frecuencia de asimetría anatómica inversa (*planum temporale* derecho más grande) es más elevada que las estimaciones de incidencia de lenguaje en hemisferio derecho. Además, un estudio reciente encontró que en 17 de 18 chimpancés examinados postmortem, el *planum* izquierdo era más grande que el derecho; una proporción bastante más amplia que el 65% encontrado en humanos, y que abre las puertas a la controversia (Gannon, Holloway, Broadfield y Braun, 1998)

En cuanto al papel del cuerpo caloso, se ha intentado correlacionar su tamaño, total y/o dividido en secciones, medido mediante RM, con los resultados en ED. La hipótesis que se deduce del modelo estructural es que a mayor conexión interhemisférica (mayor cuerpo caloso) menor VOD, ya que la transferencia del estímulo recibido por el oído izquierdo será facilitada. Algunos estudios han probado este supuesto. Sin embargo, Kertesz, Polk, Howell y Black (1987) no encontraron correlación entre el área total del cuerpo caloso y un test de ED consonante-vocal. O'Kusky y cols. (1988) sí que encontraron una correlación negativa entre la VOD y el área total, y también con dos regiones anteriores del cuerpo caloso, aunque el test de ED utilizado era similar a los tests iniciales de dígitos, con lo que no se pueden descartar los efectos de la memoria a corto plazo. En el estudio de Hines, Chiu, McAdams, Bentler y Lipcamon (1992) se obtuvo una correlación negativa marginalmente significativa entre valores absolutos del índice de lateralidad y la parte posterior del cuerpo caloso. El resultado de Clarke, Lufkin y Zaidel (1993) es más sorprendente: una correlación negativa entre el oído *derecho* y el área total y anterior del cuerpo caloso, con nula relación del oído izquierdo y las medidas de imagen. Estos autores especulan con sus resultados, puesto que son contrarios a la hipótesis (uno debería esperar nula relación del tamaño del cuerpo caloso con el oído derecho y una relación positiva con el oído izquierdo) y sugieren que la función del cuerpo caloso bien podría ser inhibitoria: si los sujetos con cuerpos calosos más grandes tienden a verbalizar menos estímulos del OD, esto sería compatible con una función de inhibición interhemisférica funcional para el cuerpo caloso (nótese que este dato sería coherente con la propuesta que se ha hecho acerca de la posible función de aislamiento interhemisférico para el cuerpo caloso en el proceso atencional, ver Banich, 1998). Hay que señalar que, desgraciadamente, este es el único estudio que analiza las correlaciones

de los oídos por separado, ya que los demás sólo aportan la VOD a través del índice de lateralidad, que combina la actuación de ambos oídos. Por último, en el estudio de Yazgan, Wexler, Kinsbourne, Peterson y Leckman (1995) se encontró de nuevo una correlación negativa entre la VOD y el tamaño total del cuerpo caloso en 10 sujetos.

Desde el punto de vista de las técnicas de neuroimagen funcional, se ha utilizado la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) para medir cambios regionales cerebrales en el flujo sanguíneo durante la presentación de ED. Hugdahl y cols. (1999) aplicaron un test de ED de sílabas consonante-vocal (ba/da/ka) y otro de instrumentos musicales, instruyendo a 12 sujetos diestros para que atendieran a ambos oídos y estuvieran pendientes o bien de una sílaba determinada, o de un instrumento. Las sílabas produjeron más activación en el lóbulo temporal izquierdo, y los instrumentos en el lóbulo temporal derecho, resultados que coincidieron con los del test conductual, en el que los sujetos obtuvieron VOD para las sílabas y VOI para los instrumentos.

Con respecto a los datos que relacionan medidas electrofisiológicas con los resultados de ED, en el estudio de Ahoniska, Cantell, Tolvanen y Lyytinen (1993) se compararon los potenciales evocados (PE) ante presentación dicótica de sílabas consonante-vocal en 12 sujetos. La mitad había demostrado una VOD, y la otra mitad una VOI, consistente y estable en tres sesiones de ED previas. La prueba de ED concurrente a la recogida de potenciales evocados siguió un paradigma de monitorización dicótica. El hallazgo fue que la onda P300 (onda positiva con latencia de 320-340 mseg.) se acentuó más en las regiones temporales posteriores del hemisferio izquierdo de los sujetos con VOD (máximo en T5) y, por el contrario, en los sujetos con VOI se acentuó más en regiones similares del hemisferio derecho (máximo en T6). Otro estudio neurofisiológico (Davidson y Hugdahl, 1996) encontró que el patrón electroencefalográfico de los sujetos (n=44) con respecto a la onda alfa era capaz de predecir el resultado del test de ED: los sujetos con mayor activación (menor amplitud Alfa) en zonas temporo-parietales izquierdas y prefrontales derechas mostraron las VOD mayores.

### 3.4.2) FIABILIDAD

Existen estudios que se han ocupado de estudiar la fiabilidad intertest de la técnica de Escucha Dicótica, comparando diferentes pruebas de ED entre sí. Teng (1981) evaluó en 51 diestros la correlación intertest al utilizar como estímulos palabras, sílabas consonante-vocal y dígitos, y obtuvo un rango de 0.01 a 0.77 (el estudio no especifica entre qué tests se da un índice u otro), concluyendo que el índice obtenido por un sujeto en un test determinado de ED verbal tiene poco poder predictivo acerca del índice del mismo sujeto en otro test distinto de ED verbal. Por su parte Jäncke, Steinmetz y Volkmann (1992) investigaron en 26 diestros y 26 zurdos la correlación intertest entre listas de números, sílabas consonante-vocal, sílabas consonante-vocal monitorizadas y código Morse. Sólo el 38-77% de los sujetos retuvo la dirección de la ventaja obtenida entre un test y otro, y apenas un 29% obtuvo la misma dirección de la ventaja en todos los tests aplicados. Teniendo en cuenta los datos aportados acerca de la aceptable consistencia interna (Spearman-Brown) y la buena fiabilidad test-retest de su material, los autores concluyeron (no sin ironía) que los tests debían estar midiendo distintas funciones y que incluso alguno de los tests utilizados podría estar midiendo algo como “*dominancia lingüística receptiva*” (p. 949). Sin embargo, no todos los estudios son tan desalentadores, ya que Boles y Pasquarette (1996) encontraron una correlación significativa de .47 entre un test de ED compuesto de palabras y otro de sílabas consonante-vocal que se aplicaron a 28 sujetos.

Por último, nos referiremos a los trabajos que tratan la estabilidad temporal del índice obtenido bajo condiciones de ED. En un meta-análisis reciente (Voyer, 1998) en el que se incluyó una amplia batería de estudios test-retest de ED, se llegó a la conclusión de que las sílabas C-V presentadas en la modalidad auditiva son los estímulos más fiables que se pueden utilizar para estimar los efectos de la lateralización con estimulación dicótica desde el punto de vista de la estabilidad temporal de la medida. Los estudios que entran dentro de esta categoría ofrecen un rango de fiabilidad entre .60 y .91. Bryden y Murray (1985) encontraron una correlación de .85. En el trabajo de Ryan y McNeil (1974) se ofreció una figura de .80. Shankweiler y Sttudent-Kennedy (1975) aportaron el dato de .70, mientras que en el estudio de Wexler, Halves

y Henninger (1981) la correlación fue más alta: .91. La correlación en el trabajo de Hugdahl y Hammar (1997) fue de .60. Finalmente, el test con el que se realizó la presente tesis fue sometido previamente a un estudio de fiabilidad (Gadea, Gómez y Espert, 2000), en el que a 16 sujetos se les aplicó la ED con un intervalo de 15 días, obteniendo una correlación significativa test-retest de .82.

En resumen, los estudios revisados sugieren que la Escucha Dicótica probablemente refleja la lateralización del procesamiento lingüístico y que existe un componente estructural-anatómico responsable del efecto de asimetría funcional entre oídos. El problema es que seguimos sin conocer realmente hasta qué punto se está midiendo la especialización hemisférica para el lenguaje y qué otros factores subyacen al efecto dicótico. En un capítulo posterior nos ocuparemos de explorar la influencia de la atención, variable que se ha reconocido muy importante a la hora de realizar un test de ED, pero antes, y para terminar con este apartado, exploraremos el tema de las diferencias individuales en la ejecución de esta prueba con referencia al sexo y a la preferencia manual del sujeto que la realiza.

### **3.5) DIFERENCIAS INDIVIDUALES: SEXO Y PREFERENCIA MANUAL**

#### **3.5.1) DIFERENCIAS SEXUALES**

Numerosos estudios han demostrado que las mujeres, como media, poseen unas habilidades verbales ligeramente superiores a los hombres. Aunque la magnitud de esta diferencia sexual es pequeña cuando se combinan varias medidas de habilidades lingüísticas, los tests de fluencia verbal muestran claras diferencias a favor de las mujeres (para una revisión ver Halpern, 1992). Estas diferencias han promovido que muchos investigadores se hayan interesado por las bases biológicas responsables del efecto, considerando la posibilidad de que existan diferencias sexuales en la organización lingüística cerebral, tanto intra como interhemisférica. La exploración de esta hipótesis, que veremos a continuación con especial énfasis en las diferencias interhemisféricas, ha generado datos contradictorios.

Un primer tipo de estudios se ha centrado en el **contexto clínico**, comparando los patrones de déficits afásicos tras la lesión de uno u otro hemisferio en hombres y en mujeres. Inicialmente, se sugirió que las capacidades lingüísticas estarían menos lateralizadas en las mujeres, puesto que la afasia tras una lesión del hemisferio izquierdo parecía ser más frecuente en hombres, y además las mujeres se recuperaban mejor y más rápidamente de la afasia (Lansdell, 1962; Lansdell y Urbach, 1965). Por otra parte, al aplicar el Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) y comparar el CI verbal con el CI manipulativo en función del hemisferio lesionado y del sexo del paciente, se encontró que en los hombres la lesión del hemisferio izquierdo reducía más el CI verbal que el no verbal, y la lesión del hemisferio derecho reducía más el CI no verbal con respecto al verbal. En mujeres la lesión, independientemente del hemisferio afectado, no hacía que las puntuaciones de CI verbal y no verbal fueran significativamente distintas. Estos datos respaldaron la hipótesis de que tanto las capacidades lingüísticas como las espaciales estaban controladas más bilateralmente en mujeres que en hombres (McGlone, 1977, 1978). Posteriormente, Kimura (1983, 1987) realizó una propuesta distinta. En sus estudios observó que, si bien la afasia es más frecuente en los varones, en las mujeres las alteraciones del lenguaje son más frecuentes tras lesiones anteriores que tras lesiones posteriores, algo que no observó en los hombres. A partir de estos datos la autora sugirió que las mujeres tendrían una representación lingüística intrahemisférica izquierda distinta, con las zonas del lenguaje más focalizadas anteriormente que en los hombres. Dado que la patología vascular tiende a afectar más a las áreas posteriores que a las anteriores, esta sería la explicación de la menor incidencia de afasia en mujeres, y no una hipotética bilateralización del lenguaje. Independientemente del mecanismo neural subyacente, algunos estudios posteriores con respecto a la incidencia de la afasia y a la curva de recuperación de ésta han respaldado los datos iniciales, que favorecían a las mujeres (Butler, 1984; Pizzamiglio, Mammucari y Razzano, 1985) pero otros no han encontrado diferencias entre hombres y mujeres, apuntando que algunos factores como el tamaño y localización exacta de la lesión no se controlaron suficientemente en estudios previos (Kertesz, 1982; Kertesz y Benke, 1989; Kertesz y Sheppard, 1981; Warrington, James y Maciejewski, 1986).

Otro tipo de trabajos se ha dedicado a estudiar las **diferencias anatómicas cerebrales** entre hombres y mujeres, especialmente en aquellas estructuras que se creen relacionadas con el lenguaje. Existen datos que indican que la asimetría del *planum temporale* que favorece al hemisferio izquierdo es más acusada en hombres que en mujeres (Kulynych, Vldar, Jonas y Weinberger, 1994; Witelson y Kigar, 1992) aunque no siempre se ha encontrado esta diferencia (Aboitiz, Scheibel y Zaidel, 1992) y, en cualquier caso, la relación exacta del *planum temporale* con el lenguaje no está esclarecida como vimos en páginas anteriores de esta Tesis. Otra estructura de interés ha sido el cuerpo caloso, por su relación con la comunicación interhemisférica. Varios investigadores han encontrado que el área del cuerpo caloso es mayor en mujeres, especialmente en las partes posteriores (Cowell, Allen, Zalatimo y Denenberg, 1992; Clarke y Zaidel, 1994; Steinmetz y cols., 1992; Witelson, 1989) pero de nuevo existen datos que no confirman esta diferencia (Allen, Richey, Chai y Gorski, 1991; Byne, Bleier y Houston, 1988; Oppenheim, Lee, Nasa y Gazzaniga, 1987). Un estudio encontró una relación inversa entre el tamaño del cerebro y el cuerpo caloso, sugiriendo que quizás los datos con respecto al cuerpo caloso de las mujeres se deban a que en ellas el tamaño cerebral es menor (Jäncke, Staiger, Schalausg, Huang y Steinmetz, 1997). Para finalizar con las diferencias anatómicas, citaremos el trabajo de Witelson, Glezer y Kigar (1995), donde se observaron diferencias microscópicas en el tejido del córtex temporal posterior, apareciendo una mayor densidad neuronal en mujeres. Pese a mostrarse cautos debido al pequeño tamaño de la muestra (cinco hombres y cuatro mujeres) los autores sugirieron que quizás las diferencias sexuales a nivel funcional se relacionen con aspectos de conectividad neuronal y no tanto con diferencias en la macroestructura del encéfalo.

Un tercer tipo de estudios ha utilizado las técnicas de **neuroimagen funcional** para comprobar si existen patrones diferentes de activación neural interhemisférica en ambos sexos a la hora de realizar tareas lingüísticas. Se han aplicado tanto la Resonancia Magnética funcional (RMf) como la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP), midiendo la activación en regiones relacionadas con el lenguaje mientras sujetos normales realizaban tareas que cubrían aspectos fonológicos (decidir si dos pseudopalabras riman) léxico-semánticos (decidir si dos palabras pertenecen a la misma

categoría semántica) o de fluencia verbal (generación de verbos). El estudio, ampliamente citado, de Shaywitz y cols. (1995) mostró un patrón de activación frontal izquierdo en los hombres ante una tarea de tipo fonológico, mientras en las mujeres la activación frontal fue bilateral. Este resultado fue replicado en el trabajo de Pugh y cols. (1996a) ampliándolo a aspectos léxico-semánticos. Por su parte, y evaluando fluencia verbal, Vikinstad, George, Johnson y Cao (2000) encontraron que en la mitad de las mujeres la activación ocurría de manera bilateral y en la otra mitad en hemisferio izquierdo (en el frontal, temporal superior y parietal inferior). En hombres la activación se daba mayoritariamente en hemisferio izquierdo. En los tres estudios se utilizó la RMf. Sin embargo, dos trabajos que utilizaron TEP no encontraron diferencias entre hombres y mujeres, ni en aspectos fonológicos o semánticos (Price, Moore y Friston, 1996), ni tampoco al evaluar fluencia verbal (Buckner, Raichle y Petersen, 1995). Por si quizás fueran las distintas técnicas de neuroimagen las responsables de estas discrepancias, citaremos el estudio de Frost y cols. (1999), donde se aplicó RMf en una tarea fonológica y otra léxico-semántica a una muestra amplia (cincuenta hombres y cincuenta mujeres), sin encontrar diferencias sexuales, concluyendo que en ambos sexos el lenguaje está lateralizado principalmente en el hemisferio izquierdo.

Como vemos, la hipótesis de que las mujeres tengan el lenguaje lateralizado menos asimétricamente que los hombres no está exenta de controversia. Comentaremos a continuación los resultados con respecto a los estudios que han utilizado **Escucha Dicótica**. En el trabajo ampliamente citado de McGlone (1980) se concluyó que *“las asimetrías verbales sugieren una dominancia izquierda para sujetos diestros que parece ser más común y acusada en hombres que en mujeres para varios procedimientos dicóticos y taquistoscópicos”* (p. 226). Estos hallazgos, junto a sus propios resultados clínicos, llevaron a la autora a sugerir que *“el cerebro masculino puede estar organizado de manera más asimétrica que el femenino, para funciones verbales y no verbales”* (p. 215). Sin embargo, varios trabajos posteriores han puesto en tela de juicio, si no la esencia, al menos sí la rotundidad de esta conclusión. Bryden (1988) realizó una revisión de estudios que aplicaron Escucha Dicótica, y valoró el porcentaje de sujetos que obtuvieron ventaja del oído derecho (VOD) y ventaja del oído izquierdo (VOI) separándolo por sexos. Los datos para la ED de estímulos consonante-

vocal mostraron que, de 152 hombres, el 75% obtuvo VOD y el 25% obtuvo VOI; para 164 mujeres, el 70 % obtuvo VOD y el 30% VOI, resultando esta diferencia sólo marginalmente significativa. Añadido a esto, no encontró estudios en los que se obtuviera un número significativamente mayor de mujeres que obtuvieran VOD. Su conclusión fue que parecen existir diferencias sexuales en los resultados de la ED favoreciendo la aparición de la VOD en hombres, pero estas son pequeñas y marginalmente significativas. Nótese que la revisión citada se refirió a las diferencias en cuanto a la *dirección* de la ventaja auditiva, y no en cuanto a la *magnitud* de dicha ventaja. Mas adelante, Hiscock, Inch, Jacek, Hiscock-Kalil y Kalil (1994) puntualizaron que en el trabajo de McGlone con respecto a la ED se incluyeron catorce estudios y sólo en cuatro de ellos se obtuvieron diferencias significativas a favor de los hombres en cuanto a magnitud de la VOD. En este mismo trabajo los autores realizaron un meta-análisis en el que rastrearon 352 estudios de ED aparecidos en seis revistas científicas relevantes, buscando diferencias sexuales en cuanto a la magnitud de la ventaja auditiva. De 49 estudios que incluyeron el factor sexo en el análisis, 21 trabajos no encontraron diferencias sexuales significativas, 21 resultaron en una mayor magnitud de la VOD en los hombres, y 7 en las mujeres. La conclusión a la que llegaron los autores fue que, cuando se encuentran diferencias sexuales interpretables, normalmente respaldan la hipótesis de una mayor lateralización en los hombres. Por su parte, Voyer (1996) realizó un trabajo de meta-análisis basado en la combinación y comparación de niveles de significación para comprobar la homogeneidad de los resultados para una población dada. Se incluyeron 266 estudios que incluían las modalidades de lateralización de estímulos visuales, auditivos y táctiles. En la conclusión se afirmó que, con respecto a la ED, aparecen diferencias sexuales pequeñas pero significativas en el sentido de una VOD de mayor magnitud en hombres. Por otra parte, en ambos meta-análisis se hizo una llamada a la cautela, puesto que se sugirió que los resultados podrían estar contaminados por el efecto Rosenthal (Rosenthal, 1979), en el sentido que exista una tendencia a publicar los artículos en los que aparecen resultados significativos a favor de la hipótesis de una mayor lateralización funcional en hombres. En resumen, la conclusión más consensuada es que los datos son compatibles con la hipótesis de una diferencia sexual pequeña al nivel de la población, que a menudo fracasa en materializarse en un hallazgo significativo en una muestra concreta. Sin embargo, los

estudios analizados no superaron las pruebas diseñadas para valorar la posibilidad del efecto Rosenthal en ninguno de los dos meta-análisis, por lo que ésta no se puede descartar con total seguridad.

Asumiendo que existan, aunque pequeñas, estas diferencias en la asimetría funcional, algunos autores han intentado relacionarlas con aspectos más dinámicos que la estructura cerebral subyacente, siendo la posible influencia de las hormonas ováricas en mujeres el factor más estudiado. Los estudios en este campo normalmente incluyen un diseño de medidas repetidas en el cual se valora a las mujeres en la fase premenstrual (luteínica) y postmenstrual (folicular) mediante diversas técnicas de lateralización de estímulos. Los trabajos que han aplicado la ED han encontrado diferencias en la VOD en función de la fase del ciclo menstrual, si bien no hay un consenso acerca del patrón que siguen estos cambios, puesto que existen datos que muestran más VOD en la fase premenstrual (Sanders y Wenmoth, 1998) y otros en los que la mayor VOD aparece en la fase menstrual/postmenstrual (Altemus, Wexler y Boulis, 1989; Mead y Hampson, 1996). En cualquier caso, hay que tener en cuenta que, si la lateralización en mujeres está hasta cierto punto modulada por fluctuaciones hormonales, es muy posible que sus datos medios en índices de lateralización sean menos asimétricos y más variables, ya que en la mayoría de los estudios no se controla el ciclo menstrual como una variable confundente de los resultados.

### **3.5.2) PREFERENCIA MANUAL**

La mayoría de los seres humanos utiliza casi exclusivamente la mano derecha para escribir y realizar actividades unimanuales que requieren destreza, existiendo una serie de pruebas que sugieren que esto ha sido así desde la época prehistórica (Springer y Deutsch, 2001). Si entendemos la **preferencia manual (PM)** como el uso de una mano y no la otra cuando la elección es posible, la variable puede parecer a priori de naturaleza dicotómica y fácilmente interpretable. Por el contrario, la PM se ha revelado como una manifestación compleja y multifactorial de la preferencia lateral que aún hoy se resiste a ser reducida a una explicación unificada. Con respecto a la incidencia de la condición de zurdo en la población, se estima que alcanza alrededor de un 10%, al

menos para la escritura (Peters, 1995) sin embargo, debemos tener en cuenta que tradicionalmente ha existido una presión cultural en contra del uso de la mano izquierda, por lo que esta incidencia varía cuando se comparan países como Korea, con el 1% (Kang y Harris, 1993) frente a América del Norte, con el 12% (Gilbert y Wisocki, 1992). Además, y con respecto al sexo, las estimaciones de zurdería en Estados Unidos y Canadá, donde se supone que la presión cultural es mínima, arrojan un 10,5% para mujeres y un 13% para hombres (Gilbert y Wisocki, 1992). Esta diferencia sexual no tiene una explicación fácil, puesto que, si bien podríamos inferir influencias genéticas, también es posible que las mujeres sean más conformistas ante la relativa presión social que favorece el uso de la mano derecha (Peters, 1995). Por otra parte, la cuestión de cómo medir la PM tampoco es trivial. Los datos anteriores se refieren a la escritura, pero la PM no es un fenómeno unidimensional, en el sentido de que las personas no manifiestan la misma preferencia para la totalidad de tareas que se les presentan. El método más utilizado para medir la PM es la administración de cuestionarios en los que se le pregunta al sujeto su preferencia para varias actividades de la vida diaria. A veces se añade alguna tarea de ejecución para valorar el rendimiento diferencial de ambas manos en ejercicios que exijan habilidad motora fina. Los cuestionarios pueden variar en cuanto al tipo de tareas y/o en cuanto a cómo son evaluadas dichas tareas (escala de Likert, opciones dicotómicas, incluir la opción ambas manos...) y además ofrecen una medida continua que puede variar en los puntos de corte para diferenciar entre grupos según el cuestionario aplicado. Es por esto que los porcentajes informados de incidencia de diestros pueden variar entre el 62,8% y el 93,4% (Barroso, 1994). En cualquier caso, se acepta actualmente que las distribuciones de PM en los cuestionarios para aquellos sujetos que utilizan la mano derecha para escribir (diestros desde un punto de vista dicotómico) son más extremas, mientras que las de los sujetos que utilizan la mano izquierda para escribir (zurdos desde un punto de vista dicotómico) tienen mayor variabilidad, lo que se ha interpretado como una mayor incidencia de ambidextros en este grupo (Peters, 1995). Es interesante señalar al respecto que, en un reciente estudio magnetoencefalográfico (Sörös y cols. 1999) se comparó la representación cortical somatosensorial de la mano en diestros y zurdos. Para los diestros la representación de la mano derecha en el hemisferio izquierdo fue más grande que la representación de la mano izquierda en el hemisferio derecho, pero sólo la mitad de los zurdos mostró el

patrón opuesto, resultando que para la mitad de los zurdos la representación de ambas manos (dominante y no dominante) fue idéntica en ambos hemisferios.

La cuestión de cómo medir la zurdería cobra especial relevancia cuando se trata de determinar su etiología. Quizás la falta de una metodología estándar para medir la PM pueda explicar en parte que no exista un modelo consensuado que ilustre los orígenes de la zurdería. A este respecto, se han propuesto modelos genéticos (Annet, 1964; Levy y Nagylaki, 1972), factores relacionados con las asimetrías citoplasmáticas (Morgan y Corballis, 1978), influencia de la testosterona (Geschwind y Galaburda, 1985), conservación axonal callosa durante el desarrollo (Witelson y Nowakowsky, 1991), e incluso se han propuesto, al menos para una parte de los zurdos, hipótesis relacionadas con factores patológicos, como estrés de nacimiento (Bakan, 1971) o lesiones cerebrales tempranas (Satz, 1973). Ninguna de estas aproximaciones puede considerarse definitiva, ni puede dar cuenta de todos los hallazgos en este campo.

Por lo que al presente trabajo concierne, examinaremos los datos con respecto a la relación entre la preferencia manual y la lateralización del lenguaje. La hipótesis propuesta es, al igual que para las mujeres, una mayor tendencia a la bilateralización del lenguaje en zurdos. Los **datos clínicos** con respecto a pacientes afásicos indican que la afasia tras una lesión del hemisferio derecho es más frecuente en zurdos (para una revisión ver Carter, Hohenegger y Satz, 1980). Además, el pronóstico para recuperarse de la afasia por accidente cerebro-vascular es mejor en zurdos que en diestros (Luria, 1970). De todas maneras, es conveniente señalar que existen estudios que no encuentran diferencias en las curvas de recuperación de la afasia entre diestros y zurdos (Basso, Farabola, Grassi, Laiacona y Zanobia, 1990; Borod, Carper y Naeser, 1990) y que se ha puntualizado que los estudios con zurdos no son tan frecuentes como los que utilizan diestros, existiendo pocos casos documentados de afasia de Broca pura tras lesión unilateral de hemisferio derecho, lo que podría sugerir que la bilateralización del lenguaje en zurdos se refiera más a los aspectos sensoriales que a los motores del lenguaje (Peters, 1995). Por otra parte, si consideramos, dentro del contexto de la clínica de la epilepsia, los porcentajes hallados de lateralización del lenguaje en zurdos al aplicar la prueba de Wada, los estudios indican que un 60-70% de zurdos manifiesta la

representación lingüística en el hemisferio izquierdo (al igual que el 95% de diestros). Del resto de zurdos, alrededor de la mitad presentan lenguaje bilateral y en la otra mitad el lenguaje se representa principalmente en hemisferio derecho, siendo poco común la representación del lenguaje *exclusiva* en hemisferio derecho (Loring y cols. 1990; Rasmussen y Milner, 1977; Snider y Harris, 1997; Segalowitz y Bryden, 1983)

Repasaremos a continuación la relación entre la **estructura anatómica cerebral** de áreas relacionadas con el lenguaje y la preferencia manual. Un reciente estudio de revisión (Shapleske, Rossell, Woodruff y David, 1999) concluyó que, en general, la asimetría izquierda del *planum temporale* es más reducida en zurdos, aunque la naturaleza exacta de la relación entre el *planum* y la PM tampoco está esclarecida, puesto que de los estudios revisados se desprende la posibilidad de que la asimetría del *planum* esté más relacionada con el grado de preferencia manual, y no con la dirección *per se*. En cuanto al cuerpo caloso, existen trabajos que indican que es mayor en los zurdos (Habib y cols., 1991; Witelson, 1985, 1989) pero otros no encuentran dichas diferencias (Kertesz, Polk, Howell y Black, 1987; Steinmetz y cols., 1992). Los datos globales son similares a los de las mujeres, puesto que cuando aparecen diferencias significativas, son a favor de los zurdos (cerebro más simétrico, cuerpo caloso más grande), sin embargo, en el caso de la PM debemos recordar que las discrepancias entre estudios pueden deberse a la utilización de criterios distintos para clasificar a los sujetos en diestros o zurdos.

En cuanto a las **técnicas de neuroimagen** y a la lateralización funcional del lenguaje en humanos sanos con relación a la PM, dos estudios recientes han confirmado que la participación del hemisferio derecho en los zurdos para distintas tareas lingüísticas es mayor que en los diestros. En el primero, Tzourio, Crivello, Mellet, Nkanga-Ngila y Cao (1998) aplicaron la técnica TEP a 9 diestros y 5 zurdos mientras escuchaban una historia, encontrando una activación fronto-temporal asimétrica favoreciendo al hemisferio izquierdo, que fue más acusada en los diestros. Las activaciones medias de los zurdos fueron más simétricas. El análisis individual de los zurdos mostró una lateralización izquierda en dos casos, dos simétricos y un caso de lateralización derecha. En el segundo estudio (Pujol, Deus, Losilla y Capdevilla, 1999)

se utilizó la RMf con 100 voluntarios sanos, la mitad de ellos zurdos. Se midió la activación frontal mientras los sujetos realizaban una tarea de fluencia verbal (generación de verbos). El 96% de los diestros mostró lateralización izquierda, y el 4% restante un patrón de activación bilateral. En los zurdos, el 76% manifestó también lateralización izquierda, el 14% bilateral, y el restante 10% mostró un patrón de activación derecha relativa, puesto que sólo en un caso (2%) la activación derecha fue completa. Los autores concluyeron que en los zurdos el hemisferio derecho participa en el lenguaje en mayor medida que en los diestros, pero que la lateralización lingüística completa en este hemisferio es poco frecuente.

¿Cómo se reflejan estos datos en la ejecución de la **Escucha Dicótica**? Si asumimos que en los zurdos la participación del hemisferio derecho en el lenguaje es mayor que en los diestros, es razonable esperar una menor ventaja del oído derecho en estos últimos. McKeever, Nolan, Diehl y Steiz (1984) señalaron que en muchos estudios que utilizan ED las diferencias entre grupos con respecto a la PM no son significativas, pero que es muy común encontrar una VOD de menor magnitud en los zurdos, que alcanza una tendencia a la significación. Incluso si la ED fuera un indicador perfecto de asimetría lingüística, sabemos que la mayor parte de los zurdos tienen, al igual que los diestros, los centros de lenguaje lateralizados en el hemisferio izquierdo, por lo que se les supondría también una VOD. Así que se necesitaría una muestra razonablemente amplia de sujetos (sobre 50 en cada grupo) para obtener una diferencia significativa con respecto a la PM, existiendo pocos estudios de este tipo. En la revisión de Bryden (1988) citada anteriormente con respecto a las diferencias sexuales, el autor contabilizó el porcentaje de sujetos que obtuvieron VOD o VOI en función de su PM (al igual que había hecho con el factor sexo), obteniendo información acerca de las diferencias en la dirección de la ventaja auditiva en función de la preferencia manual. Los datos con respecto a la ED de estímulos consonante-vocal indicaron que, de 346 zurdos, el 68% obtuvo una VOD y el 32% una VOI. De 753 diestros, el 80% mostró VOD y el 20% VOI. La diferencia entre grupos resultó altamente significativa. Más adelante, Kim (1994) realizó un meta-análisis de 28 experimentos aparecidos en cuatro revistas científicas relevantes. El objetivo principal de este trabajo fue comprobar estadísticamente la hipótesis de que el índice de asimetría funcional para los zurdos

tendría una distribución con una media menor y una varianza mayor que para los diestros, lo que implicaría más variabilidad en este grupo. Se incluyeron 13 estudios de ED, apareciendo en todos ellos una media menor en la VOD para los zurdos, así como una varianza mayor para estos mismos en 10 de los estudios incluidos. En conjunto, los resultados del meta-análisis apoyaron la hipótesis propuesta. El autor comentó que, asumiendo que la ED refleje lateralización del lenguaje, el comentario varias veces citado “*los zurdos están menos lateralizados que los diestros*” es bastante ambiguo, puesto que puede significar que cada individuo zurdo posee un patrón de asimetría lingüística menos acusado que cada sujeto diestro, o bien, como sus datos sugieren, que los zurdos presentan mayor variabilidad que los diestros en cuanto a su representación lingüística, al menos cuando se mide mediante ED.

En resumen, los datos disponibles en cuanto a la lateralización lingüística en mujeres y en zurdos indican que, en general, estos grupos pueden distinguirse por la mayor participación del hemisferio derecho en el lenguaje, siendo esta conclusión aplicable especialmente para los zurdos. Si nos referimos a la actuación en la ED, se ha encontrado una VOD de menor magnitud y con más variabilidad individual, junto a un número mayor de sujetos con VOI, sobre todo en el grupo de zurdos. Con respecto a las mujeres los datos son más contradictorios, aunque podemos decir que, en general, la magnitud de su VOD no es superior a la de los hombres. Por último, cabe señalar que de los estudios revisados se desprende la necesidad de medir la preferencia manual con unos criterios rigurosos y también de aplicar un diseño que controle la influencia del ciclo menstrual si queremos obtener conclusiones fiables con respecto a los zurdos y las mujeres respectivamente.

#### **4) INFLUENCIA DE LA ATENCION EN LA ESCUCHA DICÓTICA**

Las asimetrías funcionales encontradas en el test de Escucha Dicótica se han tratado de explicar a partir de factores distintos de aquellos que señaló el modelo de Kimura (circuitos del sistema nervioso y diferencias de procesamiento entre los hemisferios). Desde los años 60, varios autores alzaron voces críticas al modelo clásico, argumentando que los resultados obtenidos en los tests dicóticos (y taquistoscópicos) podían muy bien explicarse con relación a factores atencionales.

##### **4.1) INFLUENCIA DEL HEMIESPACIO**

Algunos autores enfatizaron la importancia del hemiespacio en los efectos de la lateralización auditiva. El hemiespacio se definió como el espacio extracorporal a la derecha o a la izquierda de la línea media del cuerpo y la cabeza. La interpretación “espacial” propuso que las asimetrías auditivas dependían más de que se percibieran los estímulos como provenientes del lado derecho o izquierdo del espacio, y no tanto del oído en sí (Bradshaw y Nettleton, 1988; Pierson, Bradshaw y Nettleton, 1983). Esta teoría se basó, sobre todo, en experimentos en los cuales la estimulación auditiva era o bien monoaural (dirigida a un sólo oído cada vez), o binaural aplicada a través de altavoces o interlocutores que se colocaban a cada lado del sujeto.

Con respecto a la estimulación monoaural, del modelo original de Kimura se desprende que no debería hallarse la ventaja del oído derecho en esa condición, ya que al no existir competición auditiva, las vías ipsilaterales no son ocluidas (Kimura, 1967). Sin embargo, en la mayoría de estudios que utilizaron la estimulación monoaural se obtuvo VOD para material verbal, sobre todo cuando la dificultad de la tarea era elevada (ver las revisiones de Bradshaw y Nettleton, 1988; Geffen y Quinn, 1984; Henry, 1983). Debemos señalar que la VOD monoaural solía ser de menor magnitud y menos fiable que la dicótica, quizás debido a que la demanda de procesamiento de información parecía ser mayor en condición dicótica, algo que demostraron Bradshaw, Farrelly y Taylor (1981), al obtener una VOD monoaural de igual magnitud que la dicótica cuando se presentó estimulación competitiva monoaural (dos mensajes al

mismo oído), que presumiblemente igualó la demanda cognitiva a la que presentaba la típica estimulación dicótica. La cuestión importante, como señalaron Geffen y Quinn (1984), y dado que la estimulación dicótica no parecía ser una condición necesaria para producir una VOD, residía en averiguar si eran los mismos mecanismos neurales los que subyacían en la asimetría obtenida bajo estimulación dicótica y la obtenida bajo estimulación monoaural. Debe notarse que los hallazgos del paradigma monoaural cuestionan el postulado clásico de oclusión ipsilateral, pero no todo el modelo de Kimura. El modelo estructural sólo necesitaría un ajuste para explicar los datos monoaurales, ya que la VOD surgiría debido a la preponderancia de las vías auditivas contralaterales y a su acceso diferencial a los centros de proceso del lenguaje (Nicholls, 1998).

Por otra parte, el modelo estructural postuló la necesidad de estimulación dicótica a través de auriculares, y por tanto al estimular mediante una fuente de sonido externa, como altavoces o interlocutores, no deberían obtenerse VOD (en este caso **ventaja del lado derecho, VLD**). Sin embargo, varios estudios hallaron una situación diferente, en cuanto que la VLD sí que apareció en estas condiciones, incluso cuando el sujeto creía que la fuente del sonido procedía del lado derecho, aunque en realidad su procedencia fuera de otro altavoz colocado detrás de él (Bertelson, 1982; Morais y Bertelson, 1973, 1975; Pierson, Bradshaw y Nettleton, 1983). A partir de estos trabajos se sugirió que los sonidos que provenían del lado derecho (o así se lo parecía al oyente) podían tener una mejor representación en la corteza auditiva contralateral (Bradshaw y Nettleton, 1988; Morais, 1978). Pero la VLD obtenida mediante altavoces tampoco resultó de igual magnitud que la VOD, y, además, afectó en menor medida al rendimiento de pacientes comisurotomizados, que obtuvieron ventajas derechas extremas sólo en la condición dicótica (Tweedy, Rinn y Springer, 1980). Por otra parte, la teoría del "hemiespacio" postuló que si el sujeto desviaba la cabeza 90° a la derecha o a la izquierda con respecto a su cuerpo se rompería su esquema corporal, y por tanto desaparecería la VLD. Intentando averiguar si este supuesto podía aplicarse también a la estimulación dicótica, algunos trabajos probaron la hipótesis, comparando en situación dicótica estándar la influencia que ejercía sobre la asimetría auditiva la posición de la cabeza del sujeto (girada hacia la derecha, la izquierda, o recta), pero los resultados

mostraron que la VOD era la misma en todas las condiciones (Asbjørnsen, Hugdahl y Hynd, 1990; Dawe y Corballis, 1986) y además los sujetos decían percibir la fuente del sonido como proveniente del centro de sus cabezas, independientemente de la posición de estas (Murray y McLaren, 1990), con lo que se sugirió que era el oído y no la posición percibida de la fuente del sonido lo que determinaba la VOD bajo estimulación dicótica.

#### **4.2) MODELOS EXPLICATIVOS DE LA VENTAJA DEL OÍDO DERECHO: EL MODELO DE ACTIVACIÓN SELECTIVA**

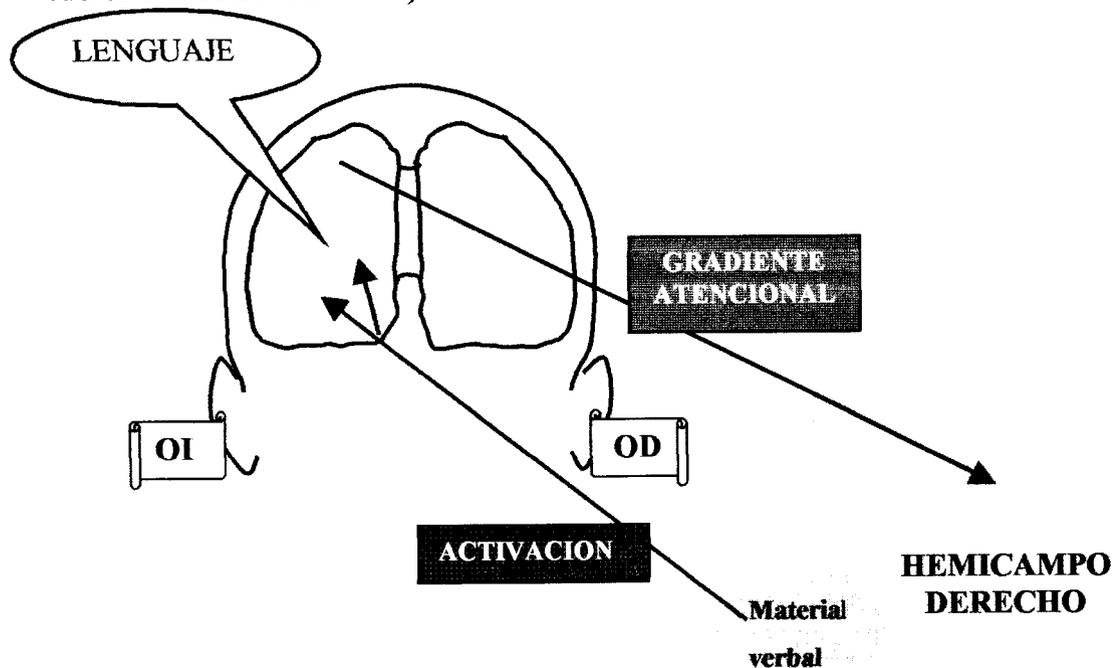
De entre todos los autores que han tratado de explicar la influencia de la atención en la Escucha Dicótica de manera más sistematizada destacan los trabajos de **Marcel Kinsbourne**. Como adelantamos anteriormente, este autor desarrolló un modelo teórico para explicar los efectos obtenidos en los estudios de lateralización de estímulos, incluida la VOD, basado en la existencia de mecanismos moduladores de tipo atención-activación que ejercen cierto control sobre la asimetría perceptual. El “**Modelo de Activación Selectiva**” (Kinsbourne, 1970, 1973, 1975) es, pues, un modelo dinámico que se basa en los siguientes supuestos:

1. Cada hemisferio cerebral controla la atención hacia el lado contralateral del espacio. Los dos hemisferios se encuentran en un estado dinámico balanceado, pero si un hemisferio se vuelve más activo, se creará un gradiente atencional mayor hacia el hemiespacio opuesto. La división de la atención entre el campo derecho y el campo izquierdo se modula por un sistema de *feedback* inhibitorio interhemisférico mutuo que implica el uso de fibras del cuerpo calloso. Una de las funciones del cuerpo calloso sería, pues, el mantenimiento del equilibrio atencional entre los dos hemiespacios.

2. Las características de la tarea a realizar y/o las expectativas inducidas en el sujeto acerca del tipo de tarea que le va a ser presentada producen un mayor grado de activación o “*priming*” en uno de los hemisferios, generándose un gradiente atencional hacia el hemiespacio contralateral. Por ejemplo, la realización de una actividad verbal

producirá la activación neural de todo hemisferio que controle el lenguaje (normalmente el izquierdo) y no sólo de las estructuras relacionadas con el lenguaje de ese hemisferio. Como resultado de ello, una actividad verbal, e incluso su simple expectativa, activará al hemisferio izquierdo y se producirá un sesgo atencional hacia el hemiespacio derecho, por lo que aumentará su receptividad a cualquier estimulación presentada en ese espacio. De manera análoga ocurrirá con el material no verbal y el hemisferio derecho. Este gradiente atencional se generaría debido a la activación automática de un hemisferio, y por tanto no estaría bajo el control voluntario del sujeto (sería inconsciente).

Para este modelo la VOD surgiría, pues, debido al efecto activador del material verbal sobre el hemisferio izquierdo, y al gradiente atencional generado (Figura 3), mientras que las diferencias ínter e intraindividuales surgirían debido a diferencias en la intensidad de ese gradiente atencional, y no debido a diferencias en la transmisión callosa interhemisférica o en la supresión del input ipsilateral (factores que tenía en cuenta el modelo estructural).



**Figura 3. Modelo de Activación Selectiva.** El material verbal produce activación neural del hemisferio izquierdo en general y no sólo de las estructuras relacionadas con el lenguaje. Como resultado de dicha activación se produce un sesgo atencional hacia el hemiespacio derecho, por lo que aumenta la receptividad del HI a cualquier estimulación presentada en ese espacio. De manera análoga ocurrirá con el material no verbal respecto al HD.

Como observará el lector, la propuesta de Kinsbourne con respecto al tema de la asimetría de la atención (cada hemisferio atiende al hemiespacio contralateral) difiere sustancialmente de aquella que se presentó en el capítulo inicial de este trabajo, y que goza de mayor aceptación actualmente (el hemisferio izquierdo atiende al hemiespacio contralateral y el hemisferio derecho atiende bilateralmente). Si hemos decidido presentar esta propuesta en esta sección se debe sobre todo a que los trabajos de Kinsbourne se realizaron principalmente con técnicas de lateralización de estímulos, siendo ampliamente citado en la literatura de la especialidad.

Por otro lado, y antes de proceder a exponer los datos experimentales a favor y en contra del modelo, resulta interesante reseñar la explicación que ofrece para los datos obtenidos en el ámbito clínico con respecto a los pacientes comisurotomizados y a los que sufren heminegligencia contralateral (*neglect*). Para este modelo, ya que la función del cuerpo calloso es el mantenimiento de un equilibrio atencional entre ambos hemiespacios, la VOD exagerada que se encuentra en los pacientes callosotomizados es el resultado de la interrupción de ese equilibrio mediado por el cuerpo calloso. Seccionar las comisuras depriva al hemisferio derecho de su control inhibitorio sobre el hemisferio izquierdo, con lo que éste se encuentra sobreactivado (al presentarle material verbal). Por otra parte, en cuanto a los pacientes que presentan *neglect*, se comentó anteriormente que dicho fenómeno es más frecuente y grave tras lesiones en el hemisferio derecho (HD). Para explicar este dato, el modelo propone que la orientación atencional hacia la derecha que se encuentra tras lesiones derechas se debe a que la atención está exagerada y no sólo preservada (Kinsbourne, 1993). Esto se explicaría sobre la base de que la tendencia de orientación del hemisferio izquierdo hacia la derecha es más potente que la tendencia de orientación hacia la izquierda del hemisferio derecho. Así pues, una lesión en el hemisferio derecho, con la consiguiente pérdida del control inhibitorio sobre el hemisferio izquierdo (y por tanto sobreactivación izquierda constante), generaría una tendencia de atención lateral derecha extrema, lo que, por comparación, resultaría en una extinción atencional o *neglect* del campo izquierdo.

Una línea de investigación relacionada con los supuestos de este modelo se dedicó a explorar el papel del **movimiento lateral de los ojos (MLO)** en relación con las asimetrías funcionales hemisféricas. Inicialmente, Bakan (1969) había sugerido que, dado que el movimiento lateral de los ojos está controlado por determinados centros neurales localizados en el hemisferio contralateral (centro frontal del control voluntario de la mirada), el hecho de mirar a la derecha podría reflejar activación del hemisferio izquierdo, mientras que el hecho de mirar a la izquierda reflejaría lo contrario: activación del hemisferio derecho. Las investigaciones posteriores se dedicaron a analizar el movimiento de los ojos en respuesta a preguntas con contenido verbal (que presumiblemente activarían el HI) y preguntas referidas al análisis de relaciones espaciales (que supuestamente activarían el HD), resultando en MLO's derechos en el primer caso, y MLO's izquierdos en el segundo (Kinsbourne, 1972). También se obtuvieron MLO's izquierdos al identificar piezas musicales (Galín y Ornstein, 1974) y al responder a cuestiones de contenido emocional (Schwartz, Davidson y Maer; 1975), lo que se tomó como evidencia de la participación del hemisferio derecho en estos tipos de procesamiento. En todos estos trabajos se sugirió la idea de la "hemisfericidad": la posible existencia de un estilo cognitivo estable que favoreciera a un hemisferio y que serviría para explicar las diferencias individuales, pudiendo medirse fácilmente a través de los MLO. Sin embargo algunos autores criticaron esta idea, y al propio paradigma de base (Beaumont, Young y McManus, 1984; Ehrlichman y Weinberger, 1979). Las revisiones que realizaron estos autores demostraron que, aproximadamente, la mitad de los estudios no encontraron diferencias en los MLO con respecto al tipo de pregunta o tarea realizado. Además se puso el acento en que muchos de los trabajos carecían de rigor metodológico (por ejemplo falta de control en cuanto a la posición del experimentador en relación con el sujeto), y sobre todo, se criticó el propio paradigma de base, puesto que cuando no se encontraban diferencias en los MLO se infería que la pregunta planteada no había sido útil para generar la activación hemisférica, y este razonamiento fue tachado de circular, mientras no se hallara una validación de los MLO independiente de la propia tarea que los generase.

Con respecto a las cuestiones de tipo metodológico, se debe señalar que estudios posteriores sí apoyaron al paradigma, puesto que se obtuvieron MLO's

derechos e izquierdos relacionados con preguntas verbales y espaciales en sujetos ciegos (Griffiths y Woodman, 1985), y también MLO's derechos en respuesta a preguntas verbales en la oscuridad (Raine, Christie y Gale, 1988) grabando con cámaras de infrarrojos (aunque no se obtuvieron MLO's izquierdos en respuesta a preguntas de tipo espacial).

En referencia a la validación de los MLO, reseñaremos aquí únicamente aquellos estudios que utilizaron Escucha Dicótica, ya que es el tema que nos ocupa. Por otro lado, nótese que tratar de validar los MLO con esta técnica (o con otras conductuales que supuestamente implican la participación diferencial de uno u otro hemisferio) es en sí mismo un método indirecto. De todos modos, y hasta donde nos alcanza la bibliografía consultada, no existen trabajos que relacionen los MLO con métodos de análisis del procesamiento neural más directos, como las técnicas de neuroimagen.

Lefevre, Starck, Lambert y Genesse (1977) fueron los primeros autores en informar que cuando se administraban tests de Escucha Dicótica verbal los sujetos tendían a mirar más hacia la derecha, y que lo hacían más hacia la izquierda cuando se aplicaban tests de ED no verbal. Goldstein y Lackner (1974) y Hynd, Snow y Willis (1986) encontraron que la dirección de la mirada afectaba al rendimiento del oído hacia el cual los ojos se orientaban durante la ED verbal (lo aumentaba), aunque la VOD se mantuvo en todas las condiciones. También Hiscock, Hampson, Wong y Kinsbourne (1985) informaron que pacientes con nistagmus de orientación centro-derecha obtuvieron VOD de mayor magnitud que pacientes con nistagmus de orientación centro-izquierda. Pero, por otro lado, en el trabajo de Asbjørnsen, Hugdahl y Hynd (1990) no se obtuvo ninguna diferencia en la VOD (que apareció igual en todas las condiciones) al manipular la dirección de la mirada del sujeto. Por último, Raine (1991), aplicando ED verbal, ED no verbal y otras tareas neuropsicológicas supuestamente más propias de un hemisferio u otro (v.g. cubos WAIS en relación con el hemisferio derecho) demostró la ausencia de relación entre cualquiera de estas tareas y los MLO. En este estudio se concluyó que quizás los MLO en relación con el tipo de pregunta podrían reflejar asimetrías transitorias en la activación hemisférica durante la ejecución

de las respuestas a esas preguntas, pero que los MLO no se relacionaban con las diferencias individuales en el rendimiento hemisférico en la realización de otras tareas.

Volviendo al modelo de Kinsbourne, otra línea de investigación que ha tratado de verificar sus supuestos se ha basado en el paradigma de la **tarea dual**, que en este contexto consiste básicamente en lo siguiente:

- 1) Los sujetos realizan una tarea primaria (por ejemplo, identificar estímulos presentados en uno u otro hemicampo sensorial).
- 2) Simultáneamente realizan una tarea secundaria que *se supone lateralizada*.
- 3) Se espera que, siguiendo el modelo, la tarea secundaria produzca una activación hemisférica diferencial, y por tanto, un efecto de asimetría en la tarea primaria a favor del campo sensorial contralateral al hemisferio activado por la tarea secundaria.

Los trabajos realizados siguiendo este paradigma se dividen, en general, en aquellos que utilizan una tarea primaria que en condiciones normales no presenta asimetría funcional (y en la que se espera que la asimetría se evidencie al añadir la tarea secundaria), y aquellos que utilizan una tarea primaria que ofrece asimetría en sí misma -v.g. ED- (en los que se espera que la asimetría cambie al añadir la tarea secundaria). Más adelante se comentarán algunos estudios realizados siguiendo este paradigma. Baste decir por ahora que dio lugar a evidencias contradictorias, ya que podía obtenerse también un efecto de interferencia de la tarea secundaria en la primaria, cuando se esperaba lo contrario. En posteriores reformulaciones del modelo, Kinsbourne y Hicks propusieron el llamado principio de la **“Distancia Cerebral Funcional”** (1978), según el cual la cantidad de interferencia producida entre dos tareas concurrentes está en función del grado de interconexión existente entre las áreas cerebrales activadas por dichas tareas y, en último caso, en función de la distancia espacial existente entre ellas. Se puede decir que, en general, es más probable que dos áreas del mismo hemisferio estarán funcionalmente mejor conectadas que si se encuentran en distintos hemisferios, por lo que aquellas tareas que compitan por los procesos y/o recursos de un mismo hemisferio generarán interferencia. El principio de la **“Distancia Cerebral Funcional”**

fue perfilado por Hellige, Cox y Litvac (1979), que destacaron como cruciales (basándose en sus propias investigaciones de tareas concurrentes con carga de memoria) los factores de magnitud y dificultad de la tarea secundaria, y también la coincidencia o no de la modalidad de ésta con la tarea primaria realizada. De manera que una tarea secundaria fácil de diferente modalidad que la tarea primaria se perfiló como la más plausible para obtener activación, y una tarea secundaria difícil de la misma modalidad que la tarea primaria la más probable para provocar interferencia.

Con respecto a las evidencias experimentales provenientes del paradigma de “tarea dual”, se han utilizado principalmente o bien combinaciones de tareas cognitivas (v.g. memoria, lenguaje) con manuales (v.g. golpeteo o “tapping”), o bien combinaciones de tareas cognitivas con otras de lateralización de estímulos (taquistoscópio/dicótica). Profundizar en la presentación detallada de los datos en cuanto a tareas manuales o taquistoscópicas excede los propósitos de este trabajo. Ahora bien, podemos concluir que, por una parte, los estudios de activación/interferencia de tareas cognitivas sobre la tarea de golpeteo o “tapping”, en general, han dado resultados contradictorios, sugiriendo varios autores que carecen de fiabilidad y validez, y que son cuanto menos difíciles de interpretar (Caroselli, Hiscock y Roebuck, 1997; Parcet, Avila y Junqué, 1990). Por otra parte, los trabajos que miden la activación/interferencia de tareas cognitivas sobre asimetrías visuales obtenidas con el taquistoscopio (la mayoría de estudios de Kinsbourne se centran en este apartado) han resultado en general coherentes con el modelo (aunque existen datos contradictorios), siempre que se tengan en cuenta los factores de magnitud, dificultad y modalidad de la tarea secundaria. Por ejemplo, se puede obtener un efecto de activación o “*priming*” del hemisferio izquierdo si imponemos una tarea de memoria verbal moderada, lo cual mejorará el procesamiento visoespacial del hemisferio izquierdo en la tarea primaria (Hellige y Cox, 1976; Kinsbourne y Bird, 1985).

Examinaremos a continuación con más detalle los trabajos que han utilizado Escucha Dicótica como tarea primaria, que son relativamente escasos. Morais y Landercy (1977), utilizaron ED con estímulos consonante-vocal (CV) y pidieron al sujeto que identificara la presencia o ausencia de una sílaba determinada (*target*) en un

oído u otro mientras ignoraba la sílaba que se le presentaba en el oído opuesto. Además, para algunos sujetos se introdujo la tarea secundaria de comparar una melodía presentada inmediatamente antes de cada par de sílabas con una melodía presentada inmediatamente después. Para otros sujetos lo que se debía comparar era una frase presentada igualmente pre y post sílaba dicótica. Los datos mostraron que la tarea dual que introducía música resultó en una ventaja del oído izquierdo en la ED. La introducción de la tarea verbal no tuvo efectos en la ED, apareciendo la clásica VOD. Los autores interpretaron sus datos con relación al efecto activador que tuvo la música (*priming*) en el hemisferio derecho, que se reflejó en una superioridad del oído izquierdo en la Escucha Dicótica, supuestamente debido al manejo de una estrategia no verbal a la hora de realizar el test de ED. Por su parte, Hellige y Wong (1986) utilizaron el test de ED con estímulos CV, pidiendo a los sujetos que identificaran ambas sílabas dicóticas, y aplicaron cargas de memoria verbal (palabras) y no verbal (formas sin sentido) como tarea secundaria. Para aquellos sujetos que obtuvieron VOD en la ED línea base, resultó que la tarea secundaria verbal redujo significativamente el rendimiento del oído derecho, pero no afectó al del izquierdo. En los sujetos que obtuvieron VOI, la tarea secundaria verbal afectó al rendimiento del oído izquierdo, pero no al del derecho. La tarea secundaria no verbal no afectó a la ejecución del test ED. Los resultados se interpretaron en la línea de un efecto de interferencia de la tarea de memoria verbal en el procesamiento del hemisferio dominante para el lenguaje. Más adelante, Jäncke (1994) aplicó el test de ED con estímulos CV, demandando la identificación de ambas sílabas. Como tareas secundarias se utilizaron tests de inteligencia verbal (antónimos, sinónimos, fluencia verbal...) o tests de inteligencia no verbal (cubos, laberintos...) que se debían realizar inmediatamente antes del test de ED. Se incluyó una línea base y todos los sujetos pasaron por las tres condiciones. Los resultados mostraron un rendimiento superior del oído derecho en la condición de tarea dual verbal con respecto a las otras condiciones (el rendimiento del oído izquierdo no se alteró). La tarea no verbal no afectó al test de ED. La interpretación ofrecida implicó un efecto de activación (*priming*) de la tarea verbal en el hemisferio izquierdo, y por consiguiente un aumento del OD en el test dicótico. Por último, nuestro grupo (Gadea, Espert y Chirivella, 1997) realizó un trabajo con ED de estímulos consonante-vocal-consonante (C-V-C) aplicando, en un diseño intrasujetos, una tarea manipuloespacial

(discriminar formas tridimensionales dentro de una caja cerrada a la estimulación visual) que los sujetos debían ejecutar con la mano izquierda simultáneamente al test de ED. Se encontró que, con respecto a la línea base, la VOD se redujo significativamente. Los datos se interpretaron aludiendo al efecto activador (*priming*) que tuvo la tarea secundaria manipuloespacial sobre el hemisferio derecho, que se reflejaron en una reducción de la VOD en la ED. Aunque este trabajo y su resultado fue similar al de Morais y Landercy (1977), la explicación sugerida para la reducción de la VOD no fue el uso de una estrategia no verbal para realizar el test de ED (como en aquel estudio), sino que se aludió al posible efecto beneficioso del *priming* sobre la vía contralateral/transcallosa que conecta el oído izquierdo con los centros del lenguaje del hemisferio izquierdo.

Como puede observarse, los datos disponibles apoyan en cierta medida los supuestos del modelo de Kinsbourne, pero por otra parte éstos son, además de escasos, incompletos (ausencia de efectos con algunas manipulaciones). Sin embargo la principal crítica que se ha señalado es el bajo nivel de predicción que tiene el modelo con relación a los resultados esperados en el paradigma de la tarea dual (Barroso, 1994). Hemos visto, por ejemplo, que una tarea secundaria verbal puede resultar tanto en activación (Jäncke, 1994) como en interferencia (Hellige y Wong, 1986) sobre el OD en Escucha Dicotica. Incluso si tenemos en cuenta el factor dificultad de la tarea secundaria, resulta difícil operacionalizar esa dificultad (¿es más difícil una carga de memoria verbal que la realización de un test de inteligencia verbal?). De los cuatro estudios citados, el único que definió a priori la tarea secundaria como fácil fue el nuestro, ya que se comprobó (en pase piloto) que la tarea se podía completar correctamente en un tiempo inferior al de la duración del test de ED (si bien se puede considerar este criterio como arbitrario, por lo menos es un criterio). En ausencia de una operacionalización previa de la tarea secundaria, el paradigma adolece de cierta circularidad, puesto que en función del propio resultado obtenido en la ED se deduce que la tarea secundaria ha activado o interferido en el procesamiento hemisférico.

Por último, comentaremos un tipo particular de estudios que no se encuadran exactamente dentro del paradigma de la tarea dual, pero sí tienen relación con él y con

el tema que nos ocupa. Como vimos, el modelo de activación selectiva propuso la existencia de un *feedback* inhibitorio mutuo interhemisférico, de manera que, según el modelo, la mayor activación de un hemisferio tendía a inhibir la activación del otro. En este postulado se encuentra implícita la idea de que, si aplicamos a la vez dos tareas de lateralización de estímulos (en este caso Escucha Dicótica) que típicamente obtengan ventajas opuestas (por ejemplo ED para material verbal y ED para material no verbal) una de las dos debería perder esa ventaja, a favor de la otra (Bryden, 1988). Sin embargo, existen estudios que han demostrado VOD y VOI en el mismo *set* dicótico, e incluso con el mismo material. Goodglas y Calderon (1977) obtuvieron VOD para estímulos verbales y VOI para estímulos musicales en el mismo test. También se ha obtenido en una misma sesión VOD para el reconocimiento del contenido verbal de los estímulos y VOI para el reconocimiento del tono emocional en el cual los mismos estímulos se han pronunciado (Bryden y MacRae 1988; Ley y Bryden, 1982). Finalmente, ahondaremos con mayor detalle en el trabajo de Bulman-Fleming y Bryden (1994), que parece excluir razonablemente la hipótesis atencional-activación a la hora de explicar sus resultados. Estos autores desarrollaron un material dicótico compuesto por cuatro palabras que diferían sólo en la consonante inicial. Además, cada una de las palabras se grabó en cuatro posibles entonaciones emocionales (neutral, contento, triste, enfadado). Se instruyó a los sujetos a atender a una determinada combinación de palabra con entonación emocional en un oído determinado, ignorando la del otro. Analizando los diferentes tipos de errores falsos positivos (responder “sí” cuando sólo está presente el componente afectivo o emocional del material, o cuando está un componente en cada oído) se pudo examinar el rendimiento de los oídos para ambos tipos de material presentado a la vez. Lo que se obtuvo fue VOD para el material verbal y VOI para el material emocional (independientemente de la valencia de este) de manera simultánea.

En resumen, el modelo de la activación selectiva es un importante intento de sistematizar y explicar cómo los factores atencionales pueden ser responsables de las asimetrías funcionales, y ha propiciado que muchos autores se preocupen de introducir controles en sus experimentos para evitar en lo posible que éstos sean contaminados por el factor atención. Sin embargo, los datos que ha generado han sido contradictorios y difíciles de replicar. Además, se carece de una operacionalización de la activación

(activar vs. interferir, activación de ambos hemisferios...), lo que limita su capacidad de predicción. La postura actual más consensuada considera que se trata de un modelo parcial que no puede dar cabida a todos los aspectos de la asimetría funcional (Barroso, 1994). En el siguiente punto veremos cómo algunos autores han sugerido que quizás es la interacción entre factores estructurales y atencionales la postura teórica más acertada a la hora de explicar dicha asimetría.

### **4.3 EL PARADIGMA DE ATENCIÓN FORZADA**

Como se recordará, en el capítulo anterior se comentó que los investigadores, ante la sospecha de que la atención pudiera ejercer cierta influencia en los resultados de la Escucha Dicótica, desarrollaron varias técnicas para medir su efecto y, en su caso, intentar controlarla. En 1978, Bryden argumentó que, si las estrategias del sujeto (entre ellas los factores atencionales) son importantes a la hora de realizar un test de ED, una opción para tener un control sobre ellas podía ser precisamente añadirlas al diseño, de tal manera que el sujeto tuviera que realizar el test utilizando esas mismas estrategias. Con este razonamiento básico sugirió la aplicación del test de Escucha Dicótica incluyendo instrucciones concretas acerca del oído al que los sujetos debían prestar atención, solicitando que trataran de responder aquellos ítems que percibieran por él. Así se originaron los estudios que utilizan el **“paradigma de atención forzada” (AF)**.

#### **4.3.1) ATENCIÓN FORZADA SOSTENIDA**

Introducir la atención forzada consiste básicamente en presentar al sujeto un test de Escucha Dicótica estándar y pedirle, en un primer pase, que atienda a un oído determinado y, en un segundo pase, que atienda al oído contrario. El diseño incluye típicamente una línea base en la cual el sujeto realiza el propio test de ED sin instrucciones atencionales o “libre”, y el control del contrabalanceo entre los dos pases de atención forzada a ambos oídos. Dado que el test de Escucha Dicótica normalmente se compone de un número elevado de ítems (30 o 60), cuando el sujeto realiza un pase de atención forzada, estando pendiente de un sólo oído durante todo el test, podemos

decir que lo que se está midiendo es la **atención sostenida**, un tipo de atención que también se conoce como vigilancia (Posner y Boies, 1971). El patrón de resultados encontrado más comúnmente es una ventaja del oído derecho (VOD) en la condición de ED libre, seguido de un aumento de la VOD en el pase de AF al oído derecho, y una disminución de la VOD o una ventaja del oído izquierdo (VOI) en el pase de AF al oído izquierdo. El hecho de que una instrucción atencional tenga la capacidad de cambiar el índice de lateralización obtenido por un sujeto ha sido señalado como una evidencia de que ésta juega un papel importante a la hora de realizar el test de Escucha Dicótica. De todas formas, debe subrayarse que, a nivel individual, la atención normalmente modifica la *magnitud* de la ventaja, más que la *dirección* (Hugdahl, 1995).

Antes de exponer los datos experimentales revisados, debemos señalar varias cuestiones teóricas importantes con respecto a esta metodología:

1. Considérese la siguiente hipótesis: si la realización de una prueba de ED depende sólo de factores atencionales, entonces, al aplicar la técnica de la atención forzada, no deberían existir diferencias entre los oídos atendidos (puesto que se supone que el sujeto ha orientado su capacidad atencional de manera consciente y con la misma intensidad hacia un oído u otro). El investigador puede, pues, comparar el número de ítems correctos del oído derecho cuando se instruye a atender hacia él con los ítems correctos del oído izquierdo cuando se instruye a atender hacia él, o sea, los **aciertos** en ambos pases de atención forzada. Algunos autores han defendido que la diferencia entre oídos atendidos nos ofrecerá una medida de lateralización relativamente independiente de los efectos atencionales, o al menos con un control razonable sobre éstos (Bryden, Munhall y Allard, 1983).

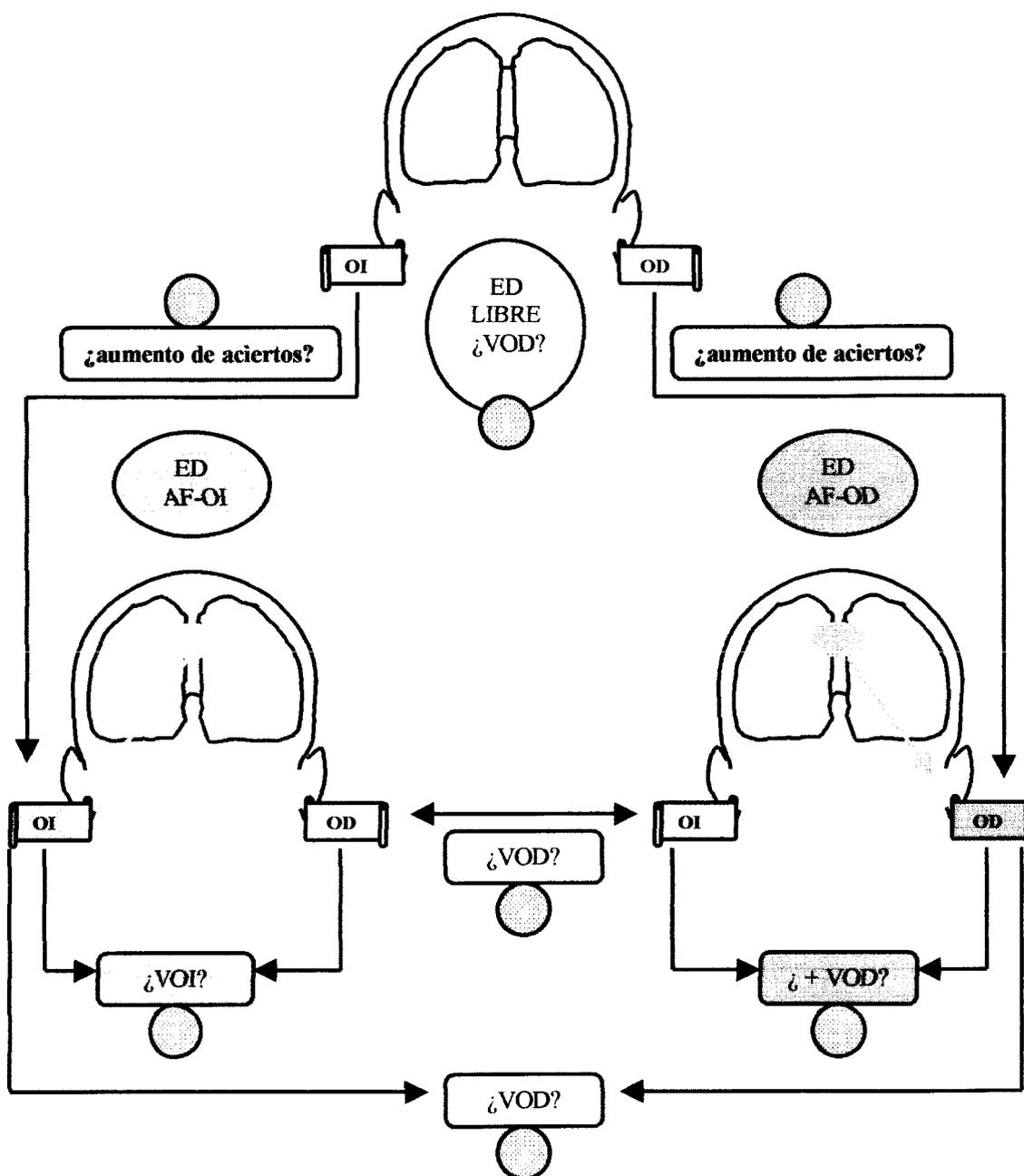
2. Por otra parte se ha encontrado que, en general, los sujetos realizan la tarea de atención forzada con un número relativamente elevado de ítems (alrededor del 25% del total de ítems presentados) que corresponden al oído que no debe atenderse (**intrusiones**). En este sentido, también se ha propuesto (Hugdahl y Andersson, 1986) que la comparación de ambos oídos no atendidos puede reflejar una medida de

lateralización libre de efectos atencionales, ya que la atención se encuentra focalizada justo en el oído contrario.

3. Una cuestión importante para confirmar que la instrucción atencional ha tenido efecto es la comparación entre el rendimiento total (de ambos oídos) en la ED libre, con el rendimiento total en los pases de AF. La lógica subyacente es clara: supóngase que al aplicar un test de ED estándar aparece una diferencia relativa entre oídos del 15% a favor del oído derecho. Cuando el mismo sujeto realiza el test de ED con AF al OD esa ventaja aumenta hasta el 20%. El investigador entonces deduce que la instrucción atencional ha producido un cambio, puesto que el sujeto ha aumentado su ventaja del oído derecho (VOD) del pase libre al pase con AF. Sin embargo este cambio puede deberse tanto a un aumento de los aciertos del oído atendido (en este caso el OD), como a una disminución de las intrusiones del oído no atendido (en este caso el OI), o también a una combinación de ambos factores. Lógicamente, si el efecto se debe sólo a la disminución de intrusiones resulta difícil atribuir el aumento de la VOD a la atención selectiva (es decir, a la instrucción). Por lo tanto la exploración del aumento del rendimiento total desde la ED libre a la ED con AF nos ofrecerá una primera aproximación para poder descartar la posibilidad de que el cambio se deba únicamente a la disminución de intrusiones.

Por lo tanto, y dentro del marco que plantean las puntualizaciones anteriores, el investigador interesado en esta metodología deberá seguir los siguientes pasos: 1) Aplicar un test de ED estándar para comprobar la ventaja auditiva inicial del sujeto y poder utilizar este índice como línea base. 2) Aplicar un pase de ED con atención forzada y averiguar si los sujetos modulan la ventaja auditiva obtenida en el test de ED estándar en función de la instrucción de atender a uno u otro oído. 3) Comprobar que esa modulación no se debe sólo a una disminución de las intrusiones del oído no atendido. Nótese que tanto el modelo estructural como el atencional harían la predicción de que focalizar la atención tendría como efecto el aumento de los aciertos del oído atendido, sobre todo los del oído derecho. Sin embargo, suponiendo que la asimetría encontrada en las condiciones de AF se deba a una disminución de las intrusiones del oído no atendido ¿qué mecanismo podría estar actuando?. Téngase en cuenta que la

disminución del rendimiento del oído no atendido podría estar causada por un *bloqueo perceptivo* de la información, o por una *supresión voluntaria* de los ítems percibidos por ese oído, cuestión que todavía no se ha resuelto satisfactoriamente. Por último, el investigador debería también comprobar la hipótesis de que: 4) Si los factores atencionales son los únicos responsables del efecto de asimetría obtenido en la ED estándar, entonces cuando comparemos ambos oídos atendidos (aciertos) en condiciones de AF la diferencia entre estos desaparecerá. También realizaremos en este punto la comparación entre oídos no atendidos (intrusiones), siguiendo el razonamiento de que estos oídos no están afectados por la atención (que se encuentra en el oído contrario), aunque conceptualmente la comparación de las intrusiones conlleva el problema comentado acerca de qué representan realmente a nivel cognitivo esas intrusiones. En la Figura 4 se puede encontrar un esquema de los pasos a seguir en esta metodología bajo el supuesto más común, es decir, cuando el sujeto evaluado obtiene una VOD en el pase de ED estándar.



**Figura 4: Pasos a seguir al utilizar la metodología de la Escucha Dicótica con Atención Forzada (ED-AF).** 1: Una vez aplicada la ED libre se comprueba la obtención de una ventaja del oído derecho (VOD). 2: Examinar si esa VOD aumenta en el pase de ED-AF al oído derecho (OD), y si se produce una ventaja del oído izquierdo (VOI) en el pase de ED-AF al oído izquierdo (OI). 3: Si se producen los cambios supuestos en el punto anterior, comprobar que se deben a un aumento de los aciertos de los oídos atendidos con respecto a la línea base. 4: Explorar si persiste la VOD al comparar entre sí ambos oídos atendidos y ambos oídos no atendidos.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de aquellos estudios revisados que han utilizado el paradigma de atención forzada con Escucha Dicótica de estímulos consonante-vocal (*pa/ta/ka/ba/da/ga*) en muestras de adultos. Los valores se presentan en porcentajes para facilitar una visión comparativa. Se ofrece también la diferencia relativa entre oídos, tanto para cada una de las tres condiciones (ED libre, AF OD y AF OI), como entre oídos atendidos y no atendidos en las condiciones de AF. Otros trabajos que han utilizado el mismo paradigma pero con diferente material auditivo o con poblaciones diferentes serán comentados en el texto pero no se han incluido en la tabla. Se incluye una versión plastificada de la misma tabla, en este caso añadiendo los resultados del presente estudio.

Una primera inspección de los estudios revisados nos confirmó que, efectivamente, los sujetos son capaces de modular su ventaja auditiva inicial en función de las instrucciones atencionales que reciben, aumentando la VOD o transformándola en una VOI al atender a uno u otro oído. Sin embargo, una exploración más minuciosa de los datos nos reveló matices importantes a la hora de describir el mecanismo subyacente a este efecto. Con respecto a la Escucha Dicótica sin instrucciones atencionales, todos los estudios que utilizaron sujetos diestros obtuvieron la clásica VOD estadísticamente significativa. El único estudio que incluyó, además de los diestros, un grupo formado por zurdos y ambidiestros en su muestra (Dean y Hua, 1982) encontró que la superioridad del OD con respecto al OI (3%) no fue significativa para este grupo. En la condición de atender al OD, aumentó la magnitud de la VOD excepto, de nuevo, en el grupo de zurdos/ambidiestros del estudio citado, los cuales, aunque aumentaron el rendimiento del OD con respecto al OI, no lo hicieron lo suficiente (9%) como para alcanzar niveles estadísticamente significativos. Con respecto a la condición de atender al OI, apareció una ventaja del oído izquierdo que fue significativa en todos los estudios, excepto en el de Dean y Hua (1982) en el que sólo la muestra

**TABLA 1. SUMARIO DE ESTUDIOS QUE UTILIZAN ATENCIÓN FORZADA SOSTENIDA**

Autor y año	N	S	PM	ED libre	
				OD	OI
Dean y Hua, 1982 (a)	15	V/M	D	56%	46%
Dean y Hua, 1982 (b)	15	V/M	Z/A	56%	53%
Bryden, Munhall y Allard (1983)	16	V/M	D	53%	40%
Hugdahl y Andersson, 1986 (a)	18	V	D	72%	60%
Hugdahl y Andersson, 1986 (b)	18	M	D	67%	60%
Bloch y Hellige (1989)	18	V	D	44%	36%
Hugdahl, 1995 (datos normativos)	448	V/M	D	46%	36%
Asbjornsen y Hugdahl, 1995	62	V/M	D	49%	42%
Asbjornsen y Bryden, 1996	16	V/M	D	-	-
Presente estudio 2001	84	V/M	D/Z	54%	33%

Dif. od/oi	AF OD		Dif aod/oi	AF OI		Dif iod/aoi	Atot	Dif aod/aoi	Dif iod/oi
	OD	OI		OD	OI				
10% VOD	55%	12%	12% VOD	40%	16% VOD	NO	15% VOD	12%	
3% VOD	59%	9% VOD	9% VOD	61%	11% VOI	NO	2% VOI	11%	
13% VOD	69%	47% VOD	47% VOD	57%	29% VOI	NO	12% VOD	29%	
12% VOD	69%	50% VOD	50% VOD	56%	31% VOI	NO	13% VOD	31%	
7% VOD	64%	41% VOD	41% VOD	57%	32% VOI	NO	7% VOD	32%	
8% VOD	51%	32% VOD	32% VOD	40%	16% VOI	SI	11% VOD	16%	
10% VOD	51%	24% VOD	24% VOD	42%	7% VOI	-	9% VOD	7%	
7% VOD	59%	33% VOD	33% VOD	52%	22% VOI	NO	7% VOD	22%	
-	71%	50% VOD	50% VOD	61%	34% VOI	-	10% VOD	34%	
21% VOD	67%	42% VOD	42% VOD	53%	18% VOI	SI	14% VOD	18%	

S: sexo (varones/mujeres). PM: preferencia manual (diestros, zurdos, ambidiestros).

**ED libre:** Escucha Dicótica sin instrucciones atencionales. **Dif od/oi:** diferencia entre el oído derecho (OD) y el izquierdo (OI) en la ED libre. **VOD:** ventaja del oído derecho. **VOI:** ventaja del oído izquierdo. **AF OD:** Escucha Dicótica con atención forzada al oído derecho. **Dif aod/oi:** diferencia entre el oído derecho (aciertos) y el oído izquierdo (intrusiones) en la ED con atención forzada al OD. **AF OI:** Escucha Dicótica con atención forzada al oído izquierdo. **Dif iod/aoi:** diferencia entre el oído derecho (intrusiones) y el oído izquierdo (aciertos) en la ED con atención forzada al OI. **Atot:** aumento significativo del rendimiento total (ambos oídos) en las condiciones de atención forzada con respecto a la ED libre. **Dif aod/aoi:** diferencia entre el oído derecho atendido y el oído izquierdo atendido (comparación de los aciertos). **Dif iod/oi:** diferencia entre el oído derecho no atendido y el oído izquierdo no atendido (comparación de las intrusiones).

de zurdos/ambidiestros mencionada obtuvo una VOI. En este estudio los diestros no modificaron la VOD como puede observarse en la Tabla 1. Es interesante también señalar que en el trabajo de Hugdahl (1995), en el que se presentaron datos normativos con respecto a una amplia muestra ( $n = 448$ ) que incluía sujetos de edades comprendidas entre los 8 y los 70 años, la proporción de VOI en la condición de AF-OI fue menor (7%), lo que sugiere una mayor variabilidad en el rendimiento de los sujetos para esta condición en función de la edad. Tomados en conjunto, los estudios apoyan la idea de que **la atención modula la ventaja auditiva, al menos en sujetos diestros de ambos sexos** (la mayoría de estudios incluyeron muestras mixtas). El estudio de Dean y Hua (1982), como hemos visto, fue el único que encontró un patrón distinto, puesto que los diestros no modificaron la VOD al atender al OI, y los zurdos/ambidiestros sólo consiguieron una VOI cuando atendieron específicamente al OI. Los autores explicaron sus resultados refiriéndose a que en los diestros la lateralización del lenguaje es más marcada que en los zurdos, y que los factores atencionales sólo afectan a estos últimos. Si bien, como hemos visto, los estudios posteriores indican que los factores atencionales también afectan a los diestros, los hallazgos referidos a los zurdos no se han replicado, ya que ningún estudio posterior los ha incluido en su muestra.

En la Tabla 1 el lector también encontrará información acerca de la diferencia del rendimiento total de ambos oídos entre la condición de ED libre y las condiciones de ED con AF (ver Atot en la Tabla 1). De cinco estudios, sólo uno obtuvo un rendimiento significativamente mayor en las condiciones de AF con respecto a la línea base (Bloch y Hellige, 1989). Sin embargo, se debe matizar que en dos de los otros cuatro estudios (Dean y Hua, 1982; Hugdahl y Andersson, 1986) los sujetos fueron instruidos a verbalizar dos ítems (los de ambos oídos) en la ED línea base, mientras que en las condiciones de AF fueron instruidos a verbalizar sólo un ítem cada vez (el del oído atendido). Esta circunstancia puede confundir las conclusiones, al resultar en un rendimiento “hinchado” para la línea base. Finalmente, en los dos estudios (Asbjørnsen y Hugdahl, 1995; Bryden, Munhall y Allard, 1983) que utilizaron el método “*single correct answer*” (demandar sólo un ítem también en la línea base, dejando libertad al sujeto para que identifique el que quiera) se obtuvo que el rendimiento total *disminuía* en las condiciones de AF en vez de aumentar. Estos datos sugieren que la hipótesis

simple que predice que, con respecto a la línea base, en la AF el oído atendido aumentará y el no atendido permanecerá sin cambios, no resulta plausible.

Por otro lado, y para finalizar con el comentario acerca de los estudios reseñados en la Tabla 1, se ofrecen datos relativos a la comparación entre ambos oídos atendidos (aciertos) y ambos oídos no atendidos (intrusiones). Con respecto a la comparación entre oídos atendidos, como ya hemos comentado, Bryden, Munhall y Allard (1983) propusieron esta metodología como una manera de eliminar el factor atencional, entendido éste como estrategia voluntaria de los sujetos a la hora de realizar el test de ED, que pudiera oscurecer las conclusiones relativas a especialización hemisférica. Si los sujetos atienden con la misma intensidad a ambos oídos, cualquier diferencia observable entre el OD y el OI deberíamos asumirla a factores relativos a lateralización lingüística. Como se puede observar en la Tabla 1, la diferencia relativa entre oídos atendidos ofrece una VOD para sujetos diestros, que además ha resultado significativa en los estudios en que se ha sometido a análisis (Bryden, Munhall y Allard, 1983; Asbjørnsen y Hugdahl, 1995). En la muestra de zurdos estudiada por Dean y Hua (1982) aparece una pequeña VOI que no fue analizada estadísticamente. En el estudio de Bryden, Munhall y Allard (1983) la conclusión que se sugirió a partir de estos datos es que los factores atencionales no pueden ofrecer una explicación completa con respecto a los resultados típicos (VOD) que muestra la Escucha Dicótica, puesto que las diferencias entre oídos persisten incluso cuando el factor atencional se ha controlado.

Por su parte, vimos anteriormente que algunos autores (Hugdahl y Andersson, 1986) sugirieron que la comparación entre los oídos no atendidos (intrusiones) podría ofrecer una medida de lateralización libre de atención. La Tabla 1 muestra que la diferencia relativa entre el OD y el OI no atendidos generalmente es menor, aunque sigue apareciendo una VOD. En los casos en que ésta se ha sometido a análisis ha ofrecido resultados contradictorios. Hugdahl y Andersson (1986) encontraron que era significativa sólo para el grupo de hombres, pero no para las mujeres. Los autores sugirieron en su conclusión que la VOD encontrada en los clásicos estudios de ED probablemente esta relacionada con asimetría lingüística en hombres, pero no necesariamente en mujeres. Sin embargo, en su estudio de 1995, Asbjørnsen y Hugdahl

hallaron que la diferencia entre oídos no atendidos no fue significativa para un grupo de ambos sexos. Por otro lado, Bryden, Munhall y Allard (1983) encontraron una VOD entre oídos no atendidos significativa en ambos sexos y, por si fuera poco, Bloch y Hellige (1989) sólo hallaron una tendencia a la significación en un grupo de hombres. Si la hipótesis de que la diferencia entre oídos no atendidos refleja una lateralización lingüística libre de factores atencionales es cierta, se podría suponer que existe una duda razonable acerca de si la clásica ED mide realmente la lateralización lingüística o sólo factores atencionales, dado que varios estudios han dado como resultado en diferencias no significativas entre oídos. El problema con esta medida es, como se comentó, que no podemos estar seguros de hasta qué punto los sujetos perciben las intrusiones y no las verbalizan, ya que la instrucción demanda la sílaba del oído contrario.

Con el ánimo de integrar estos datos en un marco más amplio, Hugdahl (1995, 2000) ha propuesto un **modelo** que combina factores estructurales y atencionales, defendiendo que es la suma de ambos aspectos lo que evaluamos en la Escucha Dicótica. Así, la lateralización cerebral puede analizarse desde una perspectiva “**abajo-arriba**” (*bottom-up*) o guiada por el estímulo, y/o desde una perspectiva “**arriba-abajo**” (*top-down*) o guiada por las instrucciones. El aspecto *bottom-up* representaría la especialización relativa entre los hemisferios para procesar un estímulo dado, y se vería reflejado con preferencia en la ED libre. El aspecto *top-down* representaría la modulación dinámica del efecto de un estímulo por medio del cambio del foco atencional a cada hemiespacio auditivo, y se vería reflejado con preferencia en la ED con AF. La lateralización se contempla como la suma de los efectos del estímulo y de las instrucciones, que interactúan de manera dinámica para producir un patrón lateralizado específico en un contexto cognitivo dado. Las diferencias de este modelo con las posturas comentadas en anteriores capítulos son básicamente dos: al ser un modelo que podríamos llamar ecléctico, no se centra en diseñar experimentos para averiguar si el efecto dicótico se debe más a factores estructurales o atencionales, sino que asume que ambos factores se encuentran presentes. En segundo lugar, el modelo no contempla la atención como una fuente de error añadida a la *verdadera* lateralización, sino que defiende su estudio como una parte más del proceso. Como señala el propio autor, este modelo puede explicar por qué los individuos difieren en su respuesta a los

estímulos lateralizados, y también por qué un individuo dado puede mostrar diferentes patrones de respuesta en distintos momentos temporales, atendiendo a la combinación de ambos factores (Hugdahl, 2000).

Como veremos brevemente a continuación, varios estudios han aplicado el paradigma de atención forzada al estudio de las diferencias individuales, incluyendo diversas patologías. En la **esquizofrenia** se ha encontrado que los pacientes no obtienen la VOD cuando realizan el test de ED libre, y que tampoco son capaces de modular la ventaja auditiva en función de la instrucción atencional en las condiciones de AF, es decir, no obtienen ventaja auditiva en ningún caso. Esto se ha explicado en el marco de un déficit dual, que afectaría tanto a la asimetría estructural, debido a una menor activación del lóbulo temporal izquierdo, como a la capacidad atencional, debido a la falta de flexibilidad cognitiva (Green, Hugdahl y Mitchel, 1994; Loberg, Hugdahl y Green, 1999). La técnica de la ED con AF se ha aplicado también al estudio de las enfermedades degenerativas, y se ha encontrado que una muestra de pacientes con **demencia** (Alzheimer, Huntington, Parkinson) fueron menos exactos que pacientes con Parkinson no dementes y sujetos control en el test de ED (aunque todos obtuvieron VOD). Sin embargo, en esta misma muestra, al aplicar la ED con AF, los pacientes con Parkinson dementes y no dementes, al igual que los controles, lograron modular la ventaja en respuesta a la instrucción, mientras que los pacientes con Alzheimer y Huntington no lo hicieron. Se concluyó que el déficit estructural discriminaba entre demencia y no demencia, mientras que el déficit atencional lo hacía entre patologías específicas (Claus y Mohr, 1996). Las **dificultades del aprendizaje de la lectura en niños** es un área a la que se han dedicado muchos trabajos utilizando este paradigma. Los resultados distan de estar esclarecidos, en gran parte debido a que se aplican criterios heterogéneos a la hora de definir el grupo de pacientes. Un meta-análisis de quince estudios concluyó que sólo el grupo de niños de 6 a 8 años con dificultades de lectura no obtenía ventaja auditiva en la ED libre, ni era capaz de variar la ventaja en las condiciones AF (Obrzut, Boliek y Bryden, 1997), aunque otros estudios sí han encontrado una falta de modulación de la ventaja auditiva en grupos con dificultades de lectura de más edad (Asbjørnsen y Bryden, 1998; Hallgren, Johansson, Larsby y Arlinger, 1998; Hugdahl, Ellertsen, Waaler y Klove, 1989). En nuestro país algunos

autores han trabajado el tema recientemente (Martinez y Sanchez, 1999), señalando que sólo cuando se define de una manera estricta la “dificultad de lectura” (dislexia fonológica grave) se encuentra una actuación anormal (ausencia de modulación de la ventaja auditiva) en la ED con AF. El estudio de los niños, ya aparte de las patologías, nos conduce a otra área donde se ha aplicado la ED con AF: **la influencia de la edad**. En este sentido se ha señalado que la habilidad de modular la ventaja auditiva no se presenta hasta los 8-9 años (Andersson y Hugdahl, 1987). Por otro lado existen datos que indican que al comparar muestras de 20 a 30 años de edad con muestras de 30 a 50 años y de 55 a 70 años, existe una reducción de la asimetría auditiva en ED estándar, debido a una disminución del rendimiento del OD. Además, en estos mismos grupos de edad se ha encontrado que también disminuye la modulación auditiva por instrucción, debido tanto a una disminución de los aciertos como a un aumento de las intrusiones a la hora de realizar el test de AF (Alden, Harrison, Snyder y Everhart, 1997; Beaton, Hugdahl y Ray, 2000).

Como se observará, existe un interés creciente en la aplicación de la Escucha Dicotica con atención forzada al estudio de las diferencias individuales en la asimetría lingüística modulada por instrucción atencional, por lo que, a nuestro juicio, es importante dilucidar los mecanismos subyacentes al efecto.

Como se ha comentado anteriormente, y a modo de resumen, el investigador interesado en esta metodología persigue esclarecer básicamente dos cuestiones, una vez conocido que los sujetos adultos sanos son capaces de modular la ventaja auditiva inicial cuando se aplica la AF al OD y al OI. Una cuestión se referiría a la comparación entre sí de ambos oídos atendidos y no atendidos (paso 4 en la Figura 4). Anteriormente ya se comentaron los resultados revisados al respecto. La otra cuestión sería analizar si la modulación se obtiene gracias a un aumento de los aciertos y no sólo a una disminución de las intrusiones. Refiriéndonos a este aspecto, si observamos, en la Tabla 1, los porcentajes obtenidos por cada oído en cada condición (no la diferencia relativa entre ellos), nos encontraremos con un patrón en el cual los aciertos de cada oído aumentan y las intrusiones de cada oído disminuyen en ambas condiciones de AF. De todos los artículos revisados, sólo en el de Asbjørnsen y Hugdahl (1995) se

cuantificaron los datos de manera pertinente para esclarecer esta cuestión, aplicando una fórmula matemática que permitía conocer con exactitud la proporción de cambio entre los oídos cuando eran atendidos y/o no atendidos (en las condiciones de AF) con respecto a su nivel de actuación en la ED estandar. Se encontró que el cambio se debía sobre todo a una inhibición de las intrusiones, junto con un pequeño, pero significativo, aumento de los aciertos. Los autores asumieron que la inhibición de intrusiones se debía a un bloqueo perceptivo y no a una supresión voluntaria de las respuestas. Esta postura puede parecer poco fundada, pero si tenemos en cuenta que los datos clínicos indican, como hemos visto, que en ciertas patologías (v.g. esquizofrenia) o a ciertas edades (v.g. niños, ancianos) la inhibición de intrusiones es mucho menor, la atribución del efecto a factores cognitivos más que a factores volicionales adquiere mayor fiabilidad.

Lo que se sugirió en este artículo es que la explicación puramente estructural (el hemisferio derecho como un esclavo pasivo cuyo único papel es transferir la información hacia el izquierdo) es insuficiente para explicar los datos. La situación global apuntaría a un procesamiento en paralelo del oído derecho e izquierdo en la ED, reflejando la acción de ambos hemisferios, con una ventaja estructural (*hard-wired*) para el hemisferio izquierdo, que puede ser superada al estimular procesos dinámicos, como la atención, para aumentar el nivel de activación del hemisferio derecho. Los autores no precisaron si con esta “activación del hemisferio derecho” se produce también un aumento de su capacidad para procesar los estímulos fonéticos que componen el test de ED (esta cuestión nos conduciría de nuevo a las capacidades lingüísticas del HD, tema que como vimos no está exento de controversia). Por otra parte, la mayor activación del hemisferio derecho podría reflejarse en un aumento de la comunicación interhemisférica mediante el cuerpo caloso. En este caso la vía transcallosa sería contemplada como la estructura moduladora fundamental (no como la simple conexión de fibras) que podría bien aumentar la comunicación entre ambos hemisferios (resultando en un aumento de los aciertos del OI cuando se le atiende), o bien inhibir esa comunicación (resultando en un aumento de los aciertos del OD cuando se le atiende).

A la hora de esclarecer el papel del cuerpo calloso en la realización del test de ED con AF, los **pacientes comisurotomizados** pueden servirnos de modelo. Como señalaron Clarke, McCann y Zaidel (1998), si asumimos que la especialización lingüística es una tarea del hemisferio izquierdo en la inmensa mayoría de diestros y en una buena parte de zurdos, el aumento de los aciertos del OI cuando se le atiende puede ser el resultado de cambios en la transferencia callosa del HD al HI, o bien de una liberación de la supresión auditiva ipsilateral del OI. Por lo general, se ha encontrado que los pacientes con el cerebro dividido no son capaces de aumentar los ítems del OI cuando se les instruye a atenderle, apareciendo una extinción auditiva de este oído al igual que en condiciones de ED estándar (Clarke, David y Zaidel, 1993; Zaidel, 1983). Este efecto es mayor si los estímulos son sílabas consonante-vocal y menor cuando el test se compone de dígitos (Springer y Gazzaniga, 1975). Además se ha encontrado que las secciones parciales de la parte posterior del cuerpo calloso (istmo/esplenio) resultan también en una extinción auditiva del OI cuando se le atiende, pero este efecto no se produce con secciones parciales de partes más anteriores (Sugishita y cols., 1995). Según Clarke, McCann y Zaidel (1998), ya que las instrucciones atencionales no tienen efecto en la supresión auditiva ipsilateral del OI, podemos asumir que el resultado de la manipulación atencional observado en sujetos normales es debido a factores interhemisféricos de comunicación vía cuerpo calloso.

Para finalizar, queremos comentar los resultados de los estudios que se han preocupado del tema de la **validez y la fiabilidad** del efecto observado en condiciones de ED con AF. Con respecto a la fiabilidad, entendida como estabilidad temporal de la medida, solamente dos estudios se han ocupado del tema (Gadea, Gómez y Espert, 2000; Hugdahl y Hammar, 1997). Ambos trabajos encontraron que existe una correlación significativa positiva al aplicar un test-retest con un intervalo de quince días, no sólo para el índice obtenido en la ED estándar, sino también para las condiciones de ED con AF. No obstante, es interesante señalar que en la condición de atender al OI los sujetos mostraron una actuación individual más variable entre sesiones, puesto que algunos sujetos sólo lograron la VOI en una de ellas, lo que sugiere que esta condición puede ser más difícil de realizar y que puede beneficiarse de la práctica o de factores motivacionales. En cuanto al tema de la validez, entendida ésta en un sentido amplio,

existen dos estudios que han aplicado las técnicas de neuroimagen mientras el sujeto realizaba un test de ED con AF. En el primero (O'Leary y cols., 1996) se instruyó a 10 sujetos para que atendieran y verbalizaran el ítem de uno u otro oído al escuchar estímulos dicóticos de tipo consonante-vocal-consonante (C-V-C), y mientras se determinaba su flujo sanguíneo cerebral regional mediante tomografía por emisión de positrones (TEP). Comparado con la condición de reposo, la atención forzada resultó en un aumento del metabolismo en el hemisferio contralateral al oído atendido, sobre todo en el córtex auditivo primario y secundario. Los sujetos obtuvieron una VOD o VOI en el test conductual paralela a sus cambios metabólicos. En el segundo de los estudios (Hugdahl y cols., 2000) los resultados fueron algo distintos, así como la metodología empleada. En éste se utilizaron sílabas consonante-vocal (CV) y se incluyó una condición de ED estándar para utilizarla como línea base, además de las condiciones de AF. Se midió el metabolismo cerebral en doce sujetos con la técnica TEP. Al comparar la ED estándar con el reposo, los autores encontraron una activación mayor en el giro temporal izquierdo y el área de Broca, con lo que replicaron los resultados de su estudio previo (Hugdahl y cols., 1999). Sin embargo, al comparar la ED con AF frente a la ED estándar se encontró que la activación en el área auditiva primaria (lóbulo temporal) no aumentó, pero sí lo hizo en el lóbulo parietal derecho posteroinferior. Los sujetos obtuvieron el esperado patrón VOD en la ED estándar, VOD al atender al OD, y VOI al atender al OI. Los autores sugirieron que la atención puede tener un efecto facilitador sobre el procesamiento auditivo, y que la activación parietal puede reflejar la puesta en marcha del circuito atencional responsable de la atención selectiva. La discrepancia en cuanto a la activación del córtex auditivo en la AF entre ambos estudios podría deberse a las distintas comparaciones realizadas, puesto que el estudio de O'Leary y cols. (1996) no incluyó el pase de ED estándar. Por último, en un estudio reciente (Mathiak, Hertrich, Lutzenberger y Ackermann, 2000) se utilizó la Magnetoencefalografía para estudiar la respuesta evocada de *mismatch negativity* (MMN) cuando el sujeto recibía binauralmente la sílaba "ga" (*frequent*) y se la aplicaba dicóticamente el *deviant* "da" a uno u otro oído. Se midió el efecto en condiciones preatencionales (el sujeto recibía distracción visual) y con atención (en alerta ante la aparición del *deviant*). En los sujetos que obtuvieron VOD conductual se observó que las sílabas dicóticas elicitan un aumento de la amplitud de la MMN en el hemisferio contralateral. Además, al analizar

sólo la condición con atención se observó que el *deviant*, independientemente del oído al que se aplicara, elicita una mayor MMN en el hemisferio derecho.

#### 4.3.2) ATENCIÓN ALTERNANTE

Los resultados obtenidos con el paradigma de atención forzada sostenida han sido evaluados de manera crítica por Todd Mondor, de la Universidad McGill de Canadá. Este autor ha argumentado que la revisión de los trabajos publicados nos lleva a concluir que esta metodología no es efectiva a la hora de orientar la atención del sujeto, dado que los supuestos que consideramos con anterioridad no se cumplen en la mayoría de los estudios. Así, el autor ha señalado que, aunque está suficientemente probado que los sujetos modulan su ventaja auditiva inicial en función de la instrucción de atender al OD o al OI, por lo general no se obtiene una ganancia del número de ítems total de la ED estándar a las condiciones de ED con AF, no quedando resuelto el tema de si el efecto se debe a un aumento de los aciertos del oído atendido. Por otra parte, el autor critica el hecho de que siga apareciendo una ventaja del oído derecho (VOD) cuando comparamos los oídos atendidos. Debe señalarse que la posición teórica de este autor se encuadra plenamente dentro de aquella que concibe que la asimetría obtenida en los estudios de Escucha Dicótica se debe a factores atencionales, con la existencia de una tendencia o sesgo (*bias*) atencional hacia la derecha (en sujetos diestros). Para él, el hecho de que la manipulación atencional utilizada con la técnica de AF sostenida no haya tenido efecto no se debe a que los factores atencionales sean secundarios a la hora de realizar el test de ED (como vimos anteriormente que algunos autores habían concluido), sino a que *esa* manipulación en concreto no ha sido efectiva para orientar la atención.

En una serie de interesantes trabajos se propuso una metodología alternativa, que manipula un tipo diferente de atención, como veremos a continuación. En estos estudios se señaló que la instrucción verbal ofrecida en los estudios anteriores (v.g. atiende al oído derecho) implicaba que el sujeto procesara de manera consciente y

voluntaria el contenido de esa instrucción verbal, y que se mantuviera en este estado durante todo el tiempo que duraba el test. Una alternativa a la instrucción verbal sería ofrecer una señal inmediatamente **antes** de cada par dicótico, orientando la atención solamente hacia un oído en cada par. Según los autores, este tipo de señal capturaría la atención de forma inmediata y, por tanto, podría tener mayor poder para focalizarla en la manera deseada. Para capturar el foco atencional de forma breve y por un espacio de tiempo corto se señalaría un oído en cada par dicótico de manera aleatoria, de forma que el sujeto nunca estuviera seguro acerca del oído que debía ser atendido a continuación. Por tanto esta metodología mide un tipo de atención diferente: aquella en la que el foco atencional **alterna** entre ambos canales auditivos.

El diseño de esta nueva metodología consistió en la presentación de un sonido previo a cada ítem dicótico, que indicaba el oído al que debía atenderse. Ambos oídos eran orientados de manera aleatoria, aunque con la restricción de no ofrecer la señal más de cuatro veces seguidas en el mismo oído. Por otro lado se varió el intervalo temporal sonido-ítem (ISI), de manera que se pudiera también analizar si el rendimiento difería en función del tiempo ofrecido para que el sujeto orientara su atención. Se utilizaron los intervalos de 150, 450 y 750 milisegundos (ms).

De hecho, existen datos previos a estos trabajos que indican que la atención alternante puede modular la VOD. Williams (1982) ya había demostrado que la magnitud de la VOD para la identificación de frases completas se reducía cuando el sujeto era instruido acerca del oído que debía atender previamente a cada par dicótico. Aunque la instrucción ofrecida era verbal (el experimentador decía el nombre de un oído cada vez) el tipo de atención implicada era alternante. La reducción de la VOD se debió a un aumento de los aciertos del oído izquierdo.

Las hipótesis de partida en los estudios analizados fueron básicamente dos: 1) Por una parte, los autores razonaron que cuanto mayor fuera el tiempo disponible (**intervalo señal-item, ISI**), más fácil le sería al sujeto orientar la atención de manera efectiva, y por lo tanto la diferencia entre los oídos atendidos sería menor (de hecho se esperaba que esta diferencia desapareciera por completo). 2) Por otra, el efecto debía ser

causado por un aumento de los aciertos en el oído atendido, aunque teniendo en cuenta que, al postular la existencia de un sesgo atencional hacia la derecha en condiciones normales (y para los sujetos diestros), en la realización de la tarea de AF el oído que más se beneficiaría de la señal auditiva sería el oído izquierdo (el no atendido en condiciones normales).

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos con esta metodología cuando se utiliza el test de ED consonante-vocal en adultos. De nuevo, otros trabajos con material o muestras distintas serán comentados en el texto pero no se han incluido en la Tabla. En el primero de sus experimentos (Mondor y Bryden, 1991, exp. 1), los autores observaron un efecto principal del oído y del ISI, así como una interacción significativa entre ambos. De manera que, aunque el OD obtenía globalmente un mayor número de aciertos, con la variación del ISI el OI se beneficiaba, aumentando el número de aciertos y posibilitando que, en la condición de 450 ms de ISI la ventaja del oído derecho (VOD) entre ambos oídos atendidos no fuera significativa (4%). Los autores interpretaron los datos a favor de su hipótesis. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que estos resultados se refirieron básicamente a la comparación entre el ISI de 150 ms y el de 450 ms, puesto que al pasar de éste a 750 ms de ISI la VOD aumentó ligeramente. En el segundo de sus experimentos (Mondor y Bryden, 1991, exp. 2) se incluyó un ISI de 1050 ms para comprobar qué sucedía realmente con el aumento del tiempo disponible para orientar la atención. En esta ocasión los autores replicaron los datos obtenidos en el experimento anterior con respecto a los tres intervalos estudiados, pero con el ISI de 1050 ms (no incluido en la Tabla 2) se obtuvieron los mismos índices que con el ISI de 750 ms. Con respecto a las intrusiones, en ambos experimentos se obtuvo un efecto del oído y del ISI. Los sujetos presentaron significativamente más intrusiones del OD, pero el nivel global de intrusiones (ambos oídos) disminuyó cuanto mayor fuera el ISI ofrecido. Todos estos datos se interpretaron en el marco de un sesgo atencional previo hacia el oído derecho, que podía ser superado al introducir la atención alternante.

**TABLA 2. SUMARIO DE ESTUDIOS QUE UTILIZAN ATENCIÓN FORZADA ALTERNANTE**

Autor y año	N	S	PM		AF OD			AF OI			Dif aod/aoi	Dif iod/ioi
					OD				OI			
Mondor y Bryden, 1991 Exp. 1	22	V/M	D	150	74%		53%		59%	29%	15%	
							VOD			VOI	VOD	
				450	75%		58%		71%	49%	4%	
				750	79%		63%		71%	49%	8%	
							VOD			VOI	VOD	
Mondor y Bryden, 1991 Exp. 2	10	V/M	D	150	78%		59%		56%	21%	22%	
							VOD			VOI	VOD	
				450	77%		62%		70%	47%	7%	
				750	84%		73%		73%	51%	11%	
							VOD			VOI	VOD	
Mondor 1994	15	V/M	Z	150	70%		-		68%	-	2%	
											VOD	
				450	83%		-		73%	-	10%	
				750	80%		-		74%	-	6%	
											VOD	
Wiens y Emmerich 1999	32	V/M	D	150	47%		-		31%	-	16%	
											VOD	
				450	48%		-		31%	-	17%	
				750	49%		-		43%	-	16%	
											VOD	
Presente estudio 2001	84	V/M	D/Z	150	72%		52%		59%	27%	13%	
							VOD			VOI	VOD	
				450	75%		57%		63%	35%	12%	
				750	73%		53%		63%	36%	10%	
							VOD			VOI	VOD	

S: sexo (varones/mujeres). PM: preferencia manual (diestros, zurdos).

ISI: intervalo temporal entre la señal sonora y el comienzo del ítem dicótico, en milisegundos (150, 450 y 750). VOD: ventaja del oído derecho. VOI: ventaja del oído izquierdo. AF OD: Escucha Dicótica con atención forzada al oído derecho. Dif aod/aoi: diferencia entre el oído derecho (aciertos) y el oído izquierdo (intrusiones) en la ED con atención forzada al OD. AF OI: Escucha Dicótica con atención forzada al oído izquierdo. Dif iod/aoi: diferencia entre el oído derecho (intrusiones) y el oído izquierdo (aciertos) en la ED con atención forzada al OI. Dif aod/aoi: diferencia entre el oído derecho atendido y el oído izquierdo atendido (comparación de los aciertos). Dif iod/ioi: diferencia entre el oído derecho no atendido y el oído izquierdo no atendido (comparación de las intrusiones).

Se postuló también que ante el aumento del ISI el sesgo se hacía menor, llegando a desaparecer en función de un ISI (450 ms) determinado (ya que la hipótesis simple que predecía que a mayor ISI menor VOD no se cumplió). Estos resultados fueron igualmente replicados en un estudio que incluyó como material palabras en vez de los conocidos estímulos consonante-vocal (Mondor y Bryden, 1992 a).

En un trabajo posterior (Mondor y Bryden, 1992 b) se utilizó un paradigma de monitorización dicótica (donde al sujeto se le pedía que identificase la presencia o ausencia de una sílaba diana o *target* en cada par dicótico) para comprobar si la señal auditiva ejercía un efecto orientativo en la atención, o si simplemente actuaba alertando al sujeto sobre el inicio del siguiente ensayo. Esta manipulación se aplicó para probar la validez de la señal. Se incluyeron ensayos donde la señal ofrecía información válida y otros donde la señal ofrecía información no válida. Una vez comprobado que solamente la señal válida aumentó los aciertos, se concluyó que con esta metodología realmente se orientaba la atención, puesto que ambas señales alertaban, pero sólo una informaba.

Aunque los trabajos que utilizan esta metodología son, como el lector comprobará, escasos, existe uno que se preocupó del tema de las diferencias individuales en cuanto a la preferencia manual (Mondor, 1994). En este estudio se planteó la hipótesis de que los zurdos podían tener un sesgo atencional hacia la izquierda, con lo que la señal auditiva debería beneficiar más al oído derecho al aplicar la técnica comentada. Como puede comprobarse en la Tabla 2, en los zurdos, el efecto principal del ISI fue significativo para el OD, que aumentaba su rendimiento al aumentar el ISI, mientras que para el OI sólo se obtuvo una tendencia a la significación. Como consecuencia, en esta muestra la VOD se hizo mayor cuanto más amplio fue el ISI ofrecido, patrón contrario al obtenido en sujetos diestros. Estos resultados, junto con los hallazgos de los anteriores experimentos, se interpretaron a favor de la hipótesis de la existencia de un sesgo atencional, que interaccionaría con la preferencia manual, de forma que para los diestros el sesgo se orientaría hacia la derecha y para los zurdos hacia la izquierda. Nótese, sin embargo, que el efecto se produjo de nuevo al comparar el ISI de 150 ms con el de 450 ms, ya que al aplicar el ISI de 750 ms se obtuvieron los mismos resultados (aunque atenuados) que aparecían en el ISI de 150 ms.

Resulta interesante señalar que en algunos de estos estudios los autores indican que una parte de la muestra no pudo completar la tarea satisfactoriamente. Es decir, existen sujetos que identifican la sílaba no señalada más a menudo que la sílaba señalada, o bien que cometen muchos errores, entendidos estos como identificar una sílaba que no es ninguna del par dicótico. En los trabajos revisados los autores advierten de esta circunstancia, y ofrecen un criterio estadístico para incluir sólo aquellos sujetos que logren realizar la tarea de manera correcta. El criterio utilizado es que los sujetos alcancen un mínimo de sílabas correctas en el oído señalado, calculado para que, por expansión binomial, sea mayor que lo esperado por azar (este mínimo estará en función del número máximo de ítems de los que se componga el test). Aparte del significado conceptual en el sentido de cuáles pueden ser los mecanismos responsables de esta actuación anormal en algunos sujetos, nosotros queremos recordar al lector que en ninguno de los trabajos que utilizaban atención forzada sostenida se aplicó el criterio mencionado en estos artículos, por lo que cabe la posibilidad de que esta falta de control haya afectado a los resultados de aquellos estudios.

Con respecto a la aplicación de esta metodología en otras poblaciones, se han estudiado grupos de **niños diestros** de ambos sexos, tanto con **dificultades en el aprendizaje** como con niños **normales** (de 6 a 12 años). Curiosamente, los niños, normales y pacientes, realizan la tarea con menor exactitud, puesto que el porcentaje de sujetos eliminados de la muestra al aplicar el criterio comentado es bastante mayor que en adultos (21% en adultos, 49% en niños control, 71% en niños con dificultades del aprendizaje). En los niños que logran alcanzar el mínimo requerido, se han encontrado resultados similares a los ofrecidos en adultos, tanto para niños control como para pacientes. Por otro lado, se ha comprobado que la reducción de la VOD con el aumento del ISI es menor que en los adultos (incluso cuando se ofrecen ISI's de hasta 2000 ms), lo que se ha interpretado en el marco de que el sesgo atencional está presente en los niños y es más difícil de superar, debido a un menor control de éstos sobre sus capacidades atencionales (Obrzut, Mondor y Uecker, 1993; Obrzut, Horgesheimer y Boliek, 1999).

Por último, queremos señalar que los resultados obtenidos en adultos no se han replicado en un estudio reciente (Wiens y Emmerich, 1999) que utilizó sílabas consonante-vocal (CV) cuya diferencia con los estímulos aplicados anteriormente era que no fueron grabadas directamente del discurso natural, sino que fueron sintetizadas por ordenador (producidas artificialmente). Como se puede comprobar en la Tabla 2, no se obtuvieron diferencias en cuanto a los aciertos con el aumento del ISI, ni para el OD ni para el OI, apareciendo una VOD de igual magnitud en todos los casos. Los autores concluyeron que los estímulos sintéticos pueden ser más resistentes a la influencia de los factores atencionales, aunque nosotros queremos añadir que una explicación alternativa es que los datos presentados por el grupo de Todd Mondor no están suficientemente replicados.

En resumen, hemos visto que el paradigma de atención forzada ha demostrado que los sujetos son capaces de variar la ventaja auditiva obtenida cuando realizan el test de Escucha Dicótica, pero también que el mecanismo subyacente al efecto observado no está esclarecido. Por otra parte, se ha sugerido que la metodología que manipula la atención alternante es más efectiva a la hora de orientar la atención que la que manipula la atención sostenida. Nosotros encontramos que esta conclusión es prematura, puesto que los datos con respecto a la atención alternante no están suficientemente replicados, y que no existe ningún estudio que compare ambos tipos de atención en la misma muestra. Además, la información disponible con respecto a los sujetos zurdos es muy escasa. Dado que estas metodologías se están aplicando cada vez más al estudio de las diferencias individuales, y con el ánimo de arrojar luz sobre todas las cuestiones comentadas, se realizó la presente Tesis doctoral, cuyos objetivos e hipótesis serán detallados en el siguiente apartado.

## 5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El presente trabajo tiene como *objetivo general* el contribuir al estudio de la **influencia de la atención sobre la ejecución del test de Escucha Dicótica (ED), utilizando el paradigma de la atención forzada (AF) a uno u otro oído**. Asimismo, se pretende investigar los posibles **efectos diferenciales de dos tipos de atención**, aquella que se mantiene durante un periodo de tiempo largo sobre el mismo oído (**sostenida**), y aquella que cambia de orientación rápidamente de un oído a otro (**alternante**). Por último nos interesa observar la posibilidad de hallar **diferencias individuales** entre **ambos sexos** y entre sujetos con preferencia manual distinta (**diestros/zurdos**).

Está bien establecido que al realizar un test de Escucha Dicótica estándar se obtiene una ventaja del oído derecho (VOD), al menos en varones diestros. Sin embargo, no se ha llegado a un acuerdo acerca de si esa ventaja es indicativa de factores puramente estructurales, referidos a la asimetría lingüística, de factores puramente atencionales, o bien refleja una combinación de ambos. Por otra parte, tanto en las mujeres como en los zurdos se ha encontrado una VOD de menor magnitud junto con una mayor proporción de sujetos que presentan ventaja del oído izquierdo (VOI).

En cuanto a la atención forzada a un oído u otro, existen numerosos datos que indican que los sujetos adultos diestros de ambos sexos modulan su ventaja auditiva inicial (la obtenida en el test de ED estándar) en función de si son instruidos a atender al oído derecho (obteniendo un aumento de la VOD), o al izquierdo (obteniendo una ventaja del oído izquierdo, VOI). Sin embargo, actualmente aún no está esclarecido el mecanismo cognitivo implícito a la hora de realizar este tipo de tarea, siendo básicamente dos los puntos de interés:

- 1) Si la modulación auditiva observada se debe a un aumento de los aciertos del oído atendido, a una disminución de las intrusiones del oído no atendido, o a una combinación de ambos factores.

2) Si la comparación entre sí de ambos oídos atendidos (aciertos) y ambos oídos no atendidos (intrusiones) sigue conllevando una VOD.

Por otro lado, la mayor parte de los datos disponibles provienen de la aplicación de atención forzada sostenida a uno u otro oído. Algunos autores han criticado los datos obtenidos al emplear este tipo de instrucción atencional aludiendo que, si el efecto de modulación de la ventaja auditiva se debiera sólo a una disminución de las intrusiones (sin un aumento paralelo de los aciertos) en realidad la instrucción no habría resultado efectiva a la hora de orientar la atención. También se ha criticado que la comparación de ambos oídos atendidos siga resultando en una VOD. En este sentido se ha propuesto una técnica alternativa en la cual se señala a un oído diferente en cada ensayo, mediante un sonido previo a cada ítem dicótico. Se ha postulado que, al señalar sólo un oído para que se le atienda en cada ensayo, la atención alterna entre oídos, y que la manipulación de este tipo de atención (rápidos cambios de un foco a otro) puede evidenciar más el proceso atencional supuestamente implícito en la ED. Se han utilizado los intervalos sonido-ítem de 150/450/750 ms, y se ha encontrado, en adultos diestros de ambos sexos, que cuanto mayor era el tiempo ofrecido para orientar la atención más se reducía la VOD entre oídos atendidos, debido a un efecto beneficioso de la señal sobre el oído izquierdo (cuyos aciertos cuando se le atendía aumentaron en función del tiempo ofrecido para orientar la atención). Debe señalarse que estos datos no siempre han sido replicados.

Con respecto a la preferencia manual, existen muy pocos estudios que hayan incluido zurdos en su muestra, aunque es interesante señalar que, al aplicar la atención forzada sostenida, se ha encontrado que la VOD al atender al OD no alcanzaba significación estadística en este grupo. Por otra parte, al aplicar la atención forzada alternante, se ha encontrado que cuanto mayor era el tiempo disponible para orientar la atención más aumentaba la VOD entre oídos atendidos, debido a un efecto beneficioso de la señal sobre el oído derecho. Este patrón, opuesto al encontrado en diestros, ha llevado a los autores a sugerir que en condiciones normales existe un sesgo atencional que interaccionaría con la preferencia manual, de manera que en los diestros el sesgo se orientaría hacia la derecha y en zurdos hacia la izquierda.

Dado que éstas técnicas se están aplicando cada vez más al estudio de distintas patologías, nos pareció interesante realizar un trabajo que tratara de explicar los mecanismos cognitivos subyacentes a su realización en una muestra de sujetos normales. Tras un examen de los datos disponibles en la literatura, observamos que se carece de información suficiente sobre los siguientes aspectos:

1) Cuantificación de los datos para evaluar la contribución relativa del aumento de los aciertos y la disminución de intrusiones en el efecto de modulación de la ventaja auditiva por instrucción atencional, tanto para la técnica que manipula atención sostenida como para la que manipula atención alternante.

2) Relacionado con el punto 1, es necesaria la inclusión de una línea base (ED estándar inicial) para poder compararla con los datos obtenidos en las condiciones de AF. Al respecto, es importante señalar que en varios trabajos que utilizaron AF sostenida no se incluyó la línea base, y que *ninguno* de los trabajos que manipulan AF alternante ofreció la línea base.

3) No hemos encontrado publicado *ningún* trabajo que compare en una misma muestra ambos tipos de técnicas, algo que ya han señalado algunos autores, indicando la conveniencia de disponer de este tipo de información.

4) Con respecto a los zurdos, apenas existen datos además de los comentados, por lo que creemos interesante incluir esta variable en la muestra para intentar replicarlos.

Por lo tanto, y atendiendo a la literatura revisada, nos propusimos confeccionar un test de Escucha Dicótica de tipo consonante-vocal estándar y otros tres tests iguales al primero aunque con un sonido señalizador aleatorio previo a uno u otro oído. El primero de los tests pensado para evaluar la línea base y la AF sostenida, y los otros tres para evaluar la AF alternante. El intervalo entre el sonido y el comienzo del par dicótico se estableció en 150/450/750 ms para cada uno de los tres tests señalizados, respectivamente. Una vez elaborado el material, y dado que la mayoría de estudios han

empleado muestras pequeñas, nos interesó aplicarlo a una muestra amplia (96 sujetos) de ambos sexos y que incluyera también sujetos zurdos (50%), ya que sobre este colectivo, como ya se comentó, se carece de información suficiente en este campo de la investigación neuropsicológica.

Nos planteamos varias **hipótesis concretas**. Éstas fueron:

📖 *Test de ED estándar*: Si nuestro estudio replica los datos disponibles, los varones diestros obtendrán una ventaja del oído derecho (VOD), que será de menor o igual magnitud para las mujeres. Para los zurdos y zurdas aparecería una VOD de menor magnitud, así como una mayor proporción de sujetos con VOI.

📖 *Escucha Dicótica con atención forzada*: Si nuestro estudio replica los datos disponibles, aparecerá una VOD de mayor magnitud que la obtenida en la ED estándar al atender al OD, así como una VOI al atender al OI, tanto para la atención sostenida como para la atención alternante, y dentro del grupo de diestros de ambos sexos. En cuanto a los zurdos, la hipótesis que planteamos es que la VOD que se obtenga al atender al OD no alcanzará significación estadística. Para explorar estas hipótesis se analizará la comparación entre el oído atendido y el oído no atendido en función de la dirección de la atención.

📖 *Exploración de la evolución de los aciertos y las intrusiones*: Si la atención tiene poder efectivo para orientar al sujeto hacia un oído u otro, habrá un aumento de los aciertos con respecto a la línea base, y no sólo una disminución de las intrusiones. En un análisis estadístico diseñado especialmente para tal fin, se cuantificará la contribución relativa de ambos aspectos (aumento de aciertos versus disminución de intrusiones) para explicar los mecanismos subyacentes a la modulación auditiva obtenida bajo condiciones de AF.

📖 *Comparación de la actuación de ambos oídos atendidos (aciertos)*: Si los factores atencionales son lo único importante a la hora de explicar la VOD, entonces no deberían existir diferencias (ventaja auditiva) que favorezcan a ningún oído cuando comparemos ambos oídos atendidos. En la medida en que siga apareciendo la VOD

en esta comparación podremos deducir que existen otras variables, además de la orientación voluntaria de la atención hacia los oídos, para explicar la VOD.

📖 *Comparación de la actuación de ambos oídos no atendidos (intrusiones):*

Realizaremos este análisis para observar si se elimina la ventaja auditiva bajo esta condición, sin embargo, no planteamos hipótesis clara puesto que los datos disponibles son contradictorios y además la implicación conceptual de este índice conlleva controversia, como vimos en la introducción y como retomaremos en páginas posteriores de esta Tesis.

📖 *Comparación de la atención alternante frente a la atención sostenida:*

Si la AF con atención alternante es más efectiva que la AF con atención sostenida, y suponiendo que la modulación auditiva se deba al aumento de aciertos y no sólo a la disminución de las intrusiones, entonces la primera producirá un mayor aumento de aciertos que la segunda con respecto a la línea base. Además, y refiriéndonos a los sujetos diestros, la primera producirá que aparezca una VOD menor cuando comparemos entre sí los aciertos, o incluso que esta VOD desaparezca. Estos aspectos nos ofrecerán información acerca de la efectividad relativa de ambas técnicas a la hora de manipular la atención del sujeto.

📖 *Análisis del intervalo temporal dentro de la atención alternante:*

Si nuestro estudio replica los datos disponibles, cuanto mayor sea el tiempo ofrecido para orientar la atención (150, 450, 750 ms), más efectiva resultará la técnica, y por tanto esperaríamos un aumento de los aciertos del oído atendido. Sin embargo, hay que señalar que la hipótesis sugerida en la literatura interacciona con la preferencia manual. De este modo, en los diestros esperaríamos que el aumento del tiempo beneficiaría más al oído izquierdo, resultando en una ausencia de VOD al aumentar el tiempo. Para los zurdos el aumento del tiempo beneficiaría más al oído derecho, resultando en una VOD cada vez mayor en función del aumento temporal. Señalar también que estos datos serían observables sobre todo al pasar del intervalo de 150 ms al de 450 ms, ya que los datos disponibles con respecto al intervalo de 750 ms son contradictorios.

## **6. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **6. 1) LUGAR**

El experimento se realizó en el laboratorio nº 3 del Área de Psicobiología de la Facultad de Psicología de la Universitat de València, durante los meses de Octubre de 1998 a Marzo de 1999, y de Octubre de 1999 a Enero del año 2000. Todos los pases experimentales se realizaron en la franja horaria de 16:00 h. a 20:00 h. (p.m.). Se eligieron las tardes para maximizar el ambiente silencioso demandado por el experimento.

### **6. 2) SUJETOS**

En el experimento participaron un total de 96 sujetos con un rango de edad de 18 a 30 años (Media 22,1; SD: 2,1). La muestra estuvo formada por estudiantes universitarios, mayoritariamente pertenecientes a la facultad de Psicología de Valencia (n = 76), aunque con una pequeña proporción de otras facultades y titulaciones de la Universitat de València: Filosofía y Letras (n = 6), Logopedia (n = 6), Empresariales (n = 3), Filología (n = 3), Derecho (n = 1) y Arquitectura (n = 1). Para ser incluidos en el estudio los sujetos debían cumplir los siguientes criterios:

- No ingerir a diario drogas estimulantes, ni fármacos de ninguna clase.
- No padecer, ni haber padecido, epilepsia, traumatismo craneoencefálico o accidente cerebro vascular.
- No tener una diferencia de sensibilidad auditiva entre los oídos de más de 10dB a cualquiera de las frecuencias de 500, 1000, 2000, 3000 o 6000 Hz. (medido con audiometría aérea estándar)
- Para las mujeres fue requisito no utilizar anticonceptivos orales en el momento del experimento y tener los ciclos menstruales regulares, entendidos éstos no tanto como ciclos exactos de 28 días, sino más bien como capacidad de la mujer para poder predecir la fecha de su próxima menstruación con un margen de seguridad de tres o cuatro días.

La muestra total se dividió en 4 grupos de 24 sujetos cada uno: varones diestros (VD), varones zurdos (VZ), mujeres diestras (MD) y mujeres zurdas (MZ). Los rangos, medias y desviaciones típicas respecto a la edad para cada uno de los cuatro grupos se especifican en la Tabla 3.

La preferencia manual (PM) se valoró mediante dos criterios:

1. Según autodenominación verbal del propio sujeto como diestro o zurdo (referido a con qué mano utilizaba el lápiz).
2. Valoración a través de cuestionario: Se aplicó el cuestionario de Castresana, Pery y Dellatolas (1989), que consta de 12 ítems acerca del uso preferente de la mano en varias actividades de la vida diaria (datos descriptivos en Tabla 3).

Según el cuestionario de preferencia manual, 31 de los sujetos autodenominados *diestros* se clasificaron como diestros (PM = 0), y 17 como diestros-ambidiestros (PM de 1 a 6). En cuanto a los sujetos autodenominados *zurdos*, 33 de ellos se clasificaron efectivamente como zurdos (PM  $\geq$  14), y 15 como zurdos-ambidiestros (PM de 7 a 13).

	VD		VZ		MD		MZ	
	RANGO	X [SD]						
<b>EDAD</b>	18-24	21,5 [1,4]	18-28	22,3 [2,2]	19-30	22,7 [2,5]	18-26	21,7 [2,1]
<b>CPM</b>	0-6	0,8 [1,7]	7-20	14,8 [5,4]	0-4	0,6 [1]	8-20	16,3 [3,9]

**Tabla 3:** Rangos, medias y desviaciones típicas para las variables edad y cuestionario de preferencia manual (CPM), distribuidas por grupos. **VD: varones diestros, HZ: varones zurdos, MD: mujeres diestras, MZ: mujeres zurdas.**

## **6.3) MATERIALES**

### **6.3.1) Audiómetro**

El aparato utilizado para realizar la audiometría tonal de los sujetos fue el modelo 109 de los audiómetros portátiles de la casa Beltone (Beltone Electronics Corporation, Chicago). Este modelo permite aplicar al sujeto diferencialmente a cada oído tonos puros en un rango de frecuencias desde 500 hasta 6000 Hz, y a intensidades desde 0 hasta 90 dB. El aparato (ver Figura 5) consta de una consola central a la que están conectados los auriculares, y un accesorio adicional que consiste en un pequeño dispositivo con un botón en el centro, también conectado a dicha consola. La señal sonora de la consola le llega al sujeto a través de los auriculares, y la tarea consiste en apretar el botón del accesorio cuando se escucha el sonido. En la consola central se enciende una luz cuando el sujeto aprieta el botón, y de esta manera el experimentador puede observar la respuesta del sujeto sin necesidad de levantar la vista del audiómetro. Este método agiliza el proceso de la prueba y disminuye la posibilidad de que el experimentador pueda involuntariamente ofrecer una pista verbal que indique al sujeto que se ha presentado el tono.

Figura 5: Audiómetro

### 6.3.2) Cuestionario de preferencia manual

Se aplicó el cuestionario que Castresana, Pery y Dellatolas (1989) utilizaron para estudiar la preferencia manual en la población española. Un estudio anterior del mismo grupo (Dellatolas y cols., 1988), realizado mediante análisis de componentes principales, había permitido a los autores seleccionar las doce preguntas que lo componen de entre una amplia muestra de las incluidas en los cuestionarios de preferencia manual más conocidos. El cuestionario se puede consultar en el **Anexo 1**.

Las posibles respuestas son mano derecha (MD), mano izquierda (MI) o ambas manos (AM), valorándose las alternativas con 0, 2 o 1 punto respectivamente. El sujeto puede obtener una puntuación de 0 a 24 puntos.

Sin embargo, en el estudio citado los autores aplicaron un análisis factorial para determinar el peso relativo de las distintas cuestiones a la hora de determinar la preferencia manual, obteniendo dos factores: uno que incluye las preguntas referidas al uso del lápiz (escribir y dibujar) y otro que incluye las otras diez. El segundo factor se reveló fundamental, explicando casi el 70% de la varianza, por lo cual los autores decidieron analizar sus datos atendiendo a las diez cuestiones restantes, eliminando los ítems escribir y dibujar. Mediante este método el rango de la puntuación está entre 0 y 20, y queda perfilado así: Diestro (PM = 0), Diestro-Ambidiestro (PM de 1 a 6), Zurdo (PM  $\geq$  14), Zurdo-Ambidiestro (PM de 7 a 13).

En este estudio ya conocíamos de antemano la preferencia manual de los sujetos para las cuestiones referidas al lápiz, por lo que se aplicó el cuestionario para obtener la puntuación del sujeto en las otras 10.

### **6.3.3) Cuestionario de información adicional**

Se incluyó un breve cuestionario con preguntas referidas a la toma habitual de drogas, fármacos, psicofármacos, historial médico y ciclo menstrual (**Anexo 2**). La información obtenida se utilizó para adecuar la muestra a los criterios de inclusión en el estudio previamente decididos.

### **6.3.4) Test de Escucha Dicótica**

Se confeccionaron 4 tests distintos.

- **Test 1**

Los estímulos auditivos empleados fueron las sílabas "ba", "da", "ga", "ka", "pa", "ta". Estas se emparejaron entre ellas en todas las combinaciones posibles, resultando 36 parejas diferentes. Los pares homónimos (v.g.: ba-ba) se incluyeron en la grabación para tener un control y poder asegurarse que el sujeto percibía correctamente las sílabas en cuestión. Las 30 parejas de sílabas restantes se duplicaron, generando un total de 60 estímulos dicóticos que son los que finalmente componen el test. Nótese que, al ser 60 los estímulos, y considerando una pareja de sílabas determinada (KA-DA) y su contraria (DA-KA), cada oído escucha dos veces cada una de las sílabas que las componen a lo largo del test. La duración de todas las sílabas fue de 350 ms. El espacio que se grabó entre cada presentación de pares de sílabas (tiempo para que el sujeto respondiera) tuvo una duración de 4350 ms.

Los 6 pares homónimos se grabaron al principio del test y no se utilizaron en el posterior análisis estadístico. A continuación se incluyeron 6 estímulos dicóticos escogidos al azar de entre los 60 posibles, que sirvieron de práctica para los sujetos; de esta manera se aseguraba que las instrucciones habían sido entendidas correctamente y que el sujeto podía realizar la tarea sin dificultad; estos 6 estímulos tampoco se incluyeron en el análisis estadístico. Finalmente se grabaron los 60 estímulos que

forman el test de Escucha Dicótica. La duración total de la parte de test fue de 4,7 minutos. Para escoger el orden de presentación de los estímulos se utilizó la técnica de la aleatorización. En el **Anexo 3** se puede consultar el protocolo de corrección de este test.

Entre los 6 pares homónimos y los 6 pares de prueba, y entre éstos y los 60 pares test se grabaron sendos espacios extra de 6 segundos.

- **Test 2**

Los estímulos y el diseño del test 2 son exactamente igual a los del test 1. Además, en este caso se grabó un sonido señalizador de 600 Hz de frecuencia y 100 ms de duración con el que se pretendía orientar la atención del sujeto hacia uno de los dos oídos. Para cada una de las 60 parejas de sílabas dicóticas se grabó el sonido en un sólo oído, señalizando sólo una de las sílabas. Teniendo en cuenta que cada una de las posibles combinaciones de sílabas (que son 30) estaba duplicada, fue sencillo señalar un oído cada vez. Por ejemplo, para la pareja KA-DA, se señaló en una ocasión a KA y en la otra a DA. Su pareja contraria DA-KA también se escuchó en dos ocasiones y en cada una de ellas se señaló uno de los dos oídos. En el **Anexo 4** se muestra el protocolo de respuesta para este test. Las sílabas señalizadas por el sonido previo están marcadas con el símbolo (/). Se puede comprobar que se incluyeron todas las combinaciones posibles entre posición de las sílabas y señalización de oídos.

La duración de los estímulos fue la siguiente:

- **Sonido señalizador: 100 ms**
- **Intervalo temporal entre el sonido y el comienzo del par dicótico: 150 ms: éste es el tiempo ofrecido para que el sujeto oriente su atención.**
- **Sílabas: 350 ms (al igual que en el test 1)**
- **Espacio para responder: 4350 ms (al igual que en el test 1)**

El orden en el cual se señalaron los oídos se escogió de manera aleatoria, pero con la restricción de que en ningún momento se diera pista sonora sobre un oído

determinado mas de 4 veces seguidas. De esta manera se conseguía el efecto deseado de provocar rápidos cambios en la orientación de la atención sin comprometer la impredecibilidad por parte del sujeto.

También en este test se grabaron los 6 pares homónimos (obviamente sin señalar) y 6 ítems dicóticos de práctica, escogidos al azar, en los que se señaló cada oído en tres ocasiones. A continuación se grabaron los 60 estímulos que forman el test ED. En este caso la duración total de la parte de test fueron 4,95 minutos.

Entre los 6 pares homónimos y los 6 pares de prueba, y entre éstos y los 60 pares test se grabaron sendos espacios extra de 6 segundos.

La tarea del sujeto consistía en verbalizar sólo la sílaba que escuchaba por el oído previamente señalado por el tono. Nótese que el rendimiento ideal en esta tarea (es decir, si se siguen exactamente las instrucciones) es de un máximo de 30 para cada oído.

- **Test 3**

Este test es exactamente igual al test 2, con la diferencia de que el tiempo grabado para que el sujeto sea capaz de orientar su atención (intervalo entre el sonido y el comienzo del par dicótico) se amplió a **450 ms** (300 ms más que en el test 2), con lo que la duración total de la parte de test fue de 5,28 minutos. Se utilizó el mismo protocolo de corrección que el empleado en el test anterior (**Anexo 4**).

- **Test 4**

De nuevo se repitió el diseño de los tests 2 y 3, pero en esta ocasión el tiempo grabado para orientar la atención del sujeto fueron **750 ms** (300 ms más que en el test 3

y 600 ms más que en el test 2), llegando la duración total de la parte de test a 5,55 minutos. Se utilizó el mismo protocolo de corrección que en el test anterior (**Anexo 4**)

### **6.3.5) Aparatos utilizados en la grabación y posterior presentación de los tests**

- Micrófono Yamaha Modelo MZ 103Be.
- Mesa de grabación Fostex Modelo 250.
- Hardware:
  - PC Pentium 133 Mhz 32Mb RAM/ 1,6 Gb, equipado con tarjeta de sonido Soundblaster AWE 32.
- Software:
  - Cool Edit Pro (Programa de grabación 4 pistas de audio digital en disco duro).
  - Sound Forge 4.0 (editor y creador de ondas por síntesis para Windows).
- 4 cintas TDK SA60 de cromo con dolby c.
- Reproductor de sonido portátil (Walkman) Sony WM-EX1HG.
- Auriculares Senheisser HD 545 (sensibilidad 12-34.000 Hz), de tipo pabellón auricular cubierto.

### **6.3.6) Dinámica de la grabación**

Las sílabas fueron leídas por una voz femenina con una entonación e intensidad constante, y se grabaron a través de un micrófono. Se empleó una mesa de grabación para su posterior conversión de código analógico a digital (A/D) mediante los aparatos y programas informáticos anteriormente mencionados.

Se utilizó el programa *Sound Forge* para “limpiar” las sílabas grabadas (eliminando posibles ruidos infiltrados en la grabación) así como para igualar el pico

máximo de intensidad (volumen) de todas ellas. Con las sílabas ya preparadas, se utilizó el programa *Cool Edit Pro* para almacenarlas en el ordenador en formato *Wave* (16 bits en 2 pistas A/D con un rango de digitalización de 44.000 Hz). El formato *Wave* presenta los sonidos (las sílabas) en la pantalla del ordenador en forma de piezas rectangulares, de manera que permite alinearlos en diferentes pistas (en este caso dos) para que coincidan, con una precisión de milisegundos, tanto en el comienzo como en la duración de ambas. El sonido señalizador que se utilizó en los tests 2, 3 y 4 se generó mediante el programa *Sound Forge*.

Por último, se llevó a cabo la conversión digital-analógico (D/A) a través de la salida de la tarjeta de sonido del ordenador y su conexión a una pletina JVC, donde se grabaron las cuatro cintas (TDK SA60 cromo), cada una de ellas numerada como test de escucha dicótica 1, 2, 3 y 4. En cada una de ellas se repitió el test tantas veces como fue posible, dejando un espacio de un minuto entre cada test, con el objeto de evitar el rebobinado de las cintas y el consiguiente deterioro de las mismas.

La presentación de los tests a los sujetos se llevó a cabo mediante un reproductor de sonido portátil (Walkman) Sony WM-EX1HG y unos auriculares Senheisser HD 545 tipo pabellón auricular cubierto (ver Figura 6). El volumen de salida sonora se ajustó a 75 dB.

**Figura 6:** Aparatos utilizados en la presentación de los tests de escucha dicótica

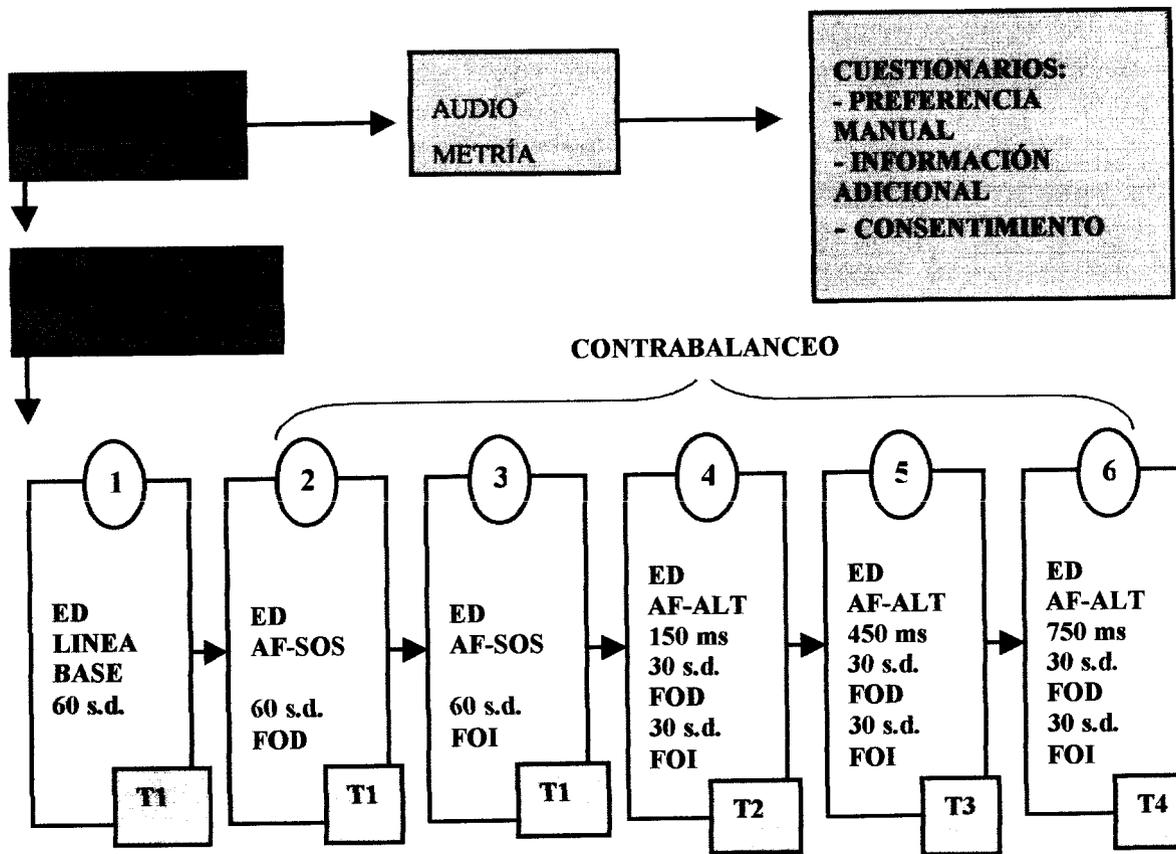
#### 6.4) DISEÑO Y VARIABLES

El diseño experimental general es mixto: **2 (Sexo) x 2 (Preferencia Manual) x 2 (Oído) x 2 (Dirección de la atención) x 6 (Tarea: tests de Escucha Dicótica).**

Las variables independientes se trataron de la siguiente manera:

- **Sexo:** entresujetos con dos niveles (Varones / Mujeres)
- **Preferencia Manual (PM):** entresujetos con dos niveles (Diestros / Zurdos)
- **Oído:** intrasujetos con 2 niveles (Oído Derecho / Oído Izquierdo)
- **Dirección de la atención:** intrasujetos con 2 niveles (Forzada OD / Forzada OI)
- **Tests de Escucha Dicótica:** intrasujetos con 6 niveles:
  1. ED libre (sin instrucciones atencionales). Tomada como línea base. 60 (pares de) sílabas dicóticas. El sujeto debe verbalizar sólo una sílaba de cada par. De los 4 tests confeccionados se aplicó el test 1.
  2. ED atendiendo y verbalizando sólo la sílaba del oído derecho. 60 sílabas. De los 4 tests confeccionados se aplicó el test 1.
  3. ED atendiendo y verbalizando sólo la sílaba del oído izquierdo. 60 sílabas. De los 4 tests confeccionados se aplicó el test 1.
  4. ED atendiendo y verbalizando la sílaba del oído señalado con el tono previo (30 sílabas en el OD y 30 en el OI, señalizadas de manera aleatoria), con el tono a 150 ms del comienzo del par dicótico. De los cuatro tests confeccionados se aplicó el test 2.
  5. ED igual que en 4, pero con el tono a 450 ms del comienzo del par dicótico. De los cuatro tests confeccionados se aplicó el test 3.
  6. ED igual que en 4, pero con el tono a 750 ms del comienzo del par dicótico. De los cuatro tests confeccionados se aplicó el test 4

En la Figura 7 se puede encontrar un esquema básico del diseño experimental.



**Figura 7. Esquema del diseño experimental.** Los números en rosa indican el Pase de Escucha Dicótica (ED) del 1 al 6. Los números en rosa indican el Test de Escucha Dicótica que se aplicó (de los cuatro confeccionados). AF: Atención Forzada. FOD: forzada al oído derecho. FOI: forzada al oído izquierdo. SOS: atención sostenida. ALT: atención alternante. 150/450/750ms: intervalo entre el sonido y el comienzo del par dicótico. 30/60 s.d.: número de sílabas dicóticas.

Hay que señalar aquí una cuestión importante que el lector deberá tener en cuenta a lo largo del trabajo. Se habrá notado que todos los pases de ED se componen del mismo número de sílabas (60), pero en los pases 2 y 3 el sujeto atiende sólo a un oído en todas las sílabas (atención sostenida), mientras que en los pases 4, 5 y 6 el sujeto atiende la mitad del test a un oído y la mitad del test al otro (30 sílabas en cada uno, de manera aleatoria). Esto supone dos cosas:

1. A nivel estadístico, la inclusión de la variable “dirección de la atención” implicará que, en la atención forzada sostenida, deberemos comparar el pase 2 (atender al OD) frente al pase 3 (atender al OI), con 60 ítems en cada uno, que en el análisis de varianza se reducirán a un único nivel (atención sostenida). Por su parte cada una de las condiciones de atención alternante (4, 5 y 6) será un nivel estadístico en sí misma (con 30 ítems señalizados en cada oído dentro de cada una de las tres condiciones). Para solucionar la comparación entre tests con distinto número de ítems se transformarán los datos en porcentajes como veremos más adelante.
2. A nivel teórico, se debe tener en cuenta que la diferencia entre los pases 2/3 por una parte, y 4/5/6 por otra, no es sólo que el tipo de atención que se demanda es diferente (sostenida versus alternante), sino también que en los pases 2 y 3 el sujeto atiende al mismo oído el doble de tiempo que en los pases 4, 5 y 6, porque en estos pases el tiempo total de duración del test se divide entre ambos oídos. Esta circunstancia será comentada en la discusión.

Volviendo al tema del diseño del experimento, para tener un control de la variable Tarea, y poder evitar en la medida de lo posible el error progresivo inherente a las variables intrasujetos con un número elevado de niveles (efectos del aprendizaje y / o fatiga), se tuvieron en cuenta y aplicaron dos medidas: por una parte el nivel 1 (ED libre) se consideró como línea base, y por tanto todos los sujetos completaron esta tarea siempre en primer lugar. Por otra parte, los 5 niveles restantes (tests de ED con diferentes instrucciones atencionales) se aplicaron usando la técnica del contrabalanceo incompleto intragrupo, formando 12 secuencias diferentes. Cada una de las cuales se aplicó a 8 sujetos (2 de cada uno de los 4 grupos entresujetos VD, VZ, MD y MZ).

Adicionalmente, se controlaron dos posibles variables confundentes más:

***Posición de los auriculares:*** En los experimentos con ED es conveniente tener en cuenta la posibilidad de mínimos efectos de diferencias en el volumen auricular de ambos canales (derecho-izquierdo) debidos a circunstancias técnicas. Así que es una

práctica habitual que la mitad de la muestra se coloque los auriculares en la forma correcta (el canal “*right*” en el oído derecho y el canal “*left*” en el oído izquierdo), mientras que la otra mitad se coloque los auriculares en la forma opuesta (esto es el canal “*right*” en el oído izquierdo y el canal “*left*” en el oído derecho). Así se hizo en el presente estudio, de tal manera que, por ejemplo, de los 2 hombres diestros que tenían asignada una de las 12 secuencias de orden de pase de la variable tarea mencionadas anteriormente, uno de ellos llevaba los auriculares en la posición normal y el otro en la posición inversa, y así con toda la muestra.

**Ciclo menstrual:** se contempló dividiendo la muestra de mujeres en dos grupos: aquellas cuyo pase experimental se realizaba en la fase premenstrual (semana anterior a la ocurrencia de la menstruación) y aquellas cuyo pase experimental se realizaba en la fase postmenstrual (semana posterior a la ocurrencia de la menstruación, contando a partir del día siguiente del final de ésta). En el grupo de diestras 12 mujeres formaron el grupo postmenstrual, y realizaron el experimento en un intervalo de 1 a 7 días después de la menstruación (media de 3,41 días, SD = 0,7); las otras 12 mujeres diestras tuvieron su pase experimental en un intervalo de 1 a 8 días antes de la menstruación (grupo premenstrual), con una media de 4,08 días, SD = 2,1. Con respecto al grupo de zurdas, 11 mujeres realizaron el pase en la fase postmenstrual (intervalo de 1 a 5 días, media 2,36 días, SD = 1,4) y 13 fueron citadas en su fase premenstrual (intervalo de 1 a 8 días, media 4,2, SD = 2,8). Para decidir en qué fase del ciclo estaría cada una de las integrantes de la muestra, y dado que ya no era posible mantener la técnica del contrabalanceo respetando el esquema descrito anteriormente, se utilizó la técnica de la aleatorización.

En el **Anexo 5** puede consultarse como quedó la rejilla de todo el experimento con respecto al orden respectivo de pase de los tests de Escucha Dicótica, orientación de los auriculares y fase del ciclo menstrual para cada uno de los sujetos.

## **6. 5) PROCEDIMIENTO**

Para reclutar la muestra se colocaron carteles en lugares estratégicos de la Facultad de Psicología. En ellos se informaba de la convocatoria de un experimento en el Area de Psicobiología cuyo objetivo era estudiar la “especialización hemisférica”. En dichos carteles se pedía a los posibles candidatos que cumplieran los criterios de edad de 18 a 30 años, ser universitarios, no tener problemas de audición conocidos, y para las mujeres no estar bajo tratamiento de anticonceptivos orales y tener los ciclos menstruales regulares. Se animó a la participación ofreciendo una “audiometría gratis” y también una “pequeña compensación económica”. Para facilitar el clima de confianza se incluyó la frase “no es invasivo, o sea no duele” en el cartel.

Se realizó un contacto telefónico previo con los sujetos, sobre todo con la intención de averiguar su preferencia manual (para cuestiones referidas al lápiz como comentamos), y poder obtener un número igual de sujetos zurdos y diestros. Una vez contactados telefónicamente los sujetos, se les informaba de que el experimento consistía en dos pases, uno de aproximadamente treinta minutos, y otro de aproximadamente una hora, y se organizaba la cita para el primero de los pases. Los objetivos que se perseguían con la división del experimento en dos partes eran varios: Por una parte siempre cabía la posibilidad de que el sujeto, pese a decir que careciera de “problemas auditivos conocidos” rindiera por debajo del criterio en la audiometría, o bien no cumpliera alguno de los criterios considerados en el estudio. Con lo cual se consideró que era contraproducente (tanto para el sujeto como para el experimentador) concertar una cita para realizar todo el experimento, cuya duración completa rondaba los noventa minutos, si finalmente el sujeto en cuestión no iba a ser incluido en el estudio. Por otro lado, se consideró que al dividir el experimento en dos partes, los sujetos que acudían ya al pase experimental real (es decir, a la segunda sesión, donde se aplicaban los tests de ED) estaban ya familiarizados con el lugar y el ambiente de experimentación y, por tanto, podíamos suponer que estaban más relajados. Adicionalmente, teníamos la intención de obtener una muestra biológica (saliva) al principio de la sesión experimental. Hay que añadir también que, en el caso de las

mujeres, el organizar la cita para el pase de la ED se complicaba adicionalmente, puesto que se debía ajustar el calendario experimental con el calendario menstrual.

### **Pase 1: sesión preliminar**

Cuando llegaba el sujeto se le hacía pasar al laboratorio nº 3 y se le trataba de forma distendida y relajada. Se le informaba que el experimento consistía en “cuestionarios para medir hasta qué punto eres diestro o zurdo”, en “pruebas que miden la especialización hemisférica del lenguaje” y en “pruebas que miden atención”. Los sujetos firmaban una hoja de consentimiento que incluyó la aseveración “tengo la información suficiente”, entendida ésta como la indicada anteriormente (**ver Anexo 2**).

A continuación daba comienzo la sesión con el pase de la audiometría. El sujeto se colocaba los auriculares y tomaba el accesorio adecuado para producir la respuesta motora con una mano. Las instrucciones fueron las siguientes:

**“Ahora vas a oír diferentes sonidos de varias frecuencias y a varias intensidades, por un oído o por el otro. Quiero que cierres los ojos y que te concentres. Cuando oigas un tono, simplemente aprieta el botón”**

El experimentador empezaba aplicando los tonos de 500, 1000, 2000, 3000 y 6000 Hz de manera aleatoria, pero siempre con la intensidad más baja (10 dB) primero. Si el sujeto no respondía se aplicaba más intensidad de manera progresiva. Cuando se producía la señal que indicaba audición, el experimentador aplicaba de nuevo una intensidad más baja para comprobar la detección (o no) por parte del sujeto del mismo tono. De esta manera se evitaron errores de tipo falso negativo (que el sujeto hubiera detectado el tono a una intensidad menor pero lo hubiera confundido con un ruido externo). Las distintas frecuencias se aplicaron de manera aleatoria para cada sujeto. Además se incluían aplicaciones a 0 dB intercaladas, para comprobar la incidencia de falsos positivos (que el sujeto creyera haber oído el tono cuando en realidad fuera un ruido externo).

Cuando un sujeto detectaba cualquiera de los tonos con un desfase auditivo entre oídos de más de 10 dB (por ejemplo a 10 dB en el oído derecho y a 30 dB en el oído izquierdo) se le informaba de que no podía formar parte del experimento y se le explicaba la razón, con lo que por lo menos adquiría un conocimiento aproximado de la dinámica de la investigación y no había participado en vano. Con este método y bajo este criterio se rechazaron a 6 sujetos, y en un caso se aconsejó la visita al otorrinolaringólogo, puesto que el rendimiento en la audiometría hacía sospechar patología auditiva.

A continuación se le pedía al sujeto que rellenara el cuestionario de preferencia manual y las cuestiones referidas a ingesta de psicoactivos, fármacos e historial médico relevante, así como los datos referentes al ciclo menstrual en el caso de las mujeres. Se rechazaron a tres sujetos que informaron estar bajo tratamiento de psicofármacos, a un sujeto bajo tratamiento por insuficiencia renal y a un sujeto que informó de traumatismo moderado en hemisferio izquierdo en la infancia.

Una vez completadas las pruebas se concertaba la segunda sesión con el sujeto.

## **Pase 2: sesión experimental**

Cuando llegaba el sujeto se le hacía pasar de nuevo al laboratorio N° 3 y se procedía a la obtención de la muestra biológica. Una vez hecho esto se le informaba de que se iban a realizar pruebas para medir la especialización hemisférica del lenguaje y también la atención. Se advertía al sujeto que las pruebas eran largas y que pedían toda su concentración, por lo que era conveniente que si se notaba fatigado en algún momento debía comunicarlo para intercalar un pequeño descanso.

Se empezaba colocando una hoja con las 6 sílabas que forman el test (KA, TA, GA, PA, BA, DA) impresas en vertical y en letra grande (20p.) enfrente del sujeto y se le decía lo siguiente:

**“Esta es una tarea auditiva, vas a oír combinaciones de estas sílabas, y sólo de estas sílabas. Yo te pediré que me digas lo que estés oyendo, pero tengo preparados varios tests distintos y en cada uno de ellos seré más explícita con las instrucciones. De momento basta con que leas las sílabas en voz alta”**

El sujeto las leía y a continuación se colocaba los auriculares (cada sujeto en la posición que le correspondía).

El test de Escucha Dicótica sin instrucciones atencionales se pasó siempre el primero (línea base). Las consignas verbales que se ofrecieron fueron las siguientes:

**“Bien, ahora vas a oír esas mismas sílabas a través de los auriculares y en ese mismo orden, con pausas entre ellas. Quiero que escuches la primera sílaba y que a la vez la observes escrita. A continuación quiero que la repitas durante la pausa. Eso es todo lo que tienes que hacer con las 6 sílabas: oír, mirar el papel, y repetir. ¿Tienes alguna duda?”**

Entonces se ponía en marcha la grabación y el sujeto escuchaba los 6 pares homónimos BA-BA etc. El propósito de dejarle a la vista la hoja al sujeto y pedirle que observara la sílaba mientras la escuchaba era apoyar su percepción auditiva con la visual. Por otra parte, la intención que se perseguía al indicar al sujeto que repitiera las sílabas era ayudar al experimentador a discernir la pronunciación particular del sujeto. Este proceso se repetía en caso de que fuera necesario para alguna de las sílabas.

Al momento se detenía la cinta, se retiraba la hoja con las sílabas escritas del campo visual del sujeto, y se le decía:

**“Ahora vas a oír combinaciones de esas sílabas. Puede que oigas una sílaba por un oído y otra por otro, o puede que sean la misma. Todo lo que quiero es**

**que me digas una sola sílaba. Me explico, si oyes una sílaba obviamente quiero que me digas esa, pero si en algún momento crees oír dos diferentes quiero que me digas una, y sólo una. Elige la que quieras pero dime sólo una. Voy a ponerte 6 de prueba, para ver si has entendido las instrucciones. ¿Tienes alguna duda?”**

Y se ponía en marcha la grabación con las 6 primeras sílabas dicóticas que servían de ensayo para el test. Se tomaba nota solamente de la sílaba que verbalizaba el sujeto. Se escogió la forma de respuesta verbal ya que existe evidencia de que la modalidad en la que se ofrece respuesta (verbal, escrita o reconocida visualmente) no afecta al resultado del test de ED (Jäncke, 1993) y, a nuestro parecer, la forma de respuesta verbal es la más sencilla. Si ocasionalmente el sujeto respondía con las dos sílabas, se contabilizaba sólo la primera. Se empleó, pues, el método de la “single correct answer”, para facilitar la comparación de la Escucha Dicótica libre con la que incluye instrucciones atencionales, tal y como se ha hecho en los estudios más recientes que tratan este tema.

A continuación se hacía otra pausa en la grabación y se decía:

**“Estos han sido los ensayos de prueba, si tienes alguna duda coméntalo ahora. A continuación dará comienzo el test, que consiste exactamente en lo mismo, y con las mismas instrucciones. Cuando estés preparado dímelo y empezaremos”**

Si el sujeto no tenía dudas se procedía a aplicar el test.

Después del pase de Escucha Dicótica libre se aplicaban los cinco pases de Escucha Dicótica con instrucciones atencionales, para cada sujeto en un orden determinado como ya se explicó anteriormente. Independientemente del orden, antes de cada uno de dichos pases se volvía a colocar la hoja con las sílabas escritas al sujeto para que las volviera a leer, y se volvía a repetir el proceso de

escucha-observación-repetición de los pares homónimos. De esta forma nos asegurábamos que el sujeto no olvidara la percepción auditiva de las sílabas de manera no dicótica, y se minimizaba el riesgo de distorsión y/o fabulación auditiva en los pases dicóticos finales de la sesión.

Las instrucciones para el pase de Escucha Dicótica sostenida atendiendo al oído derecho o al oído izquierdo fueron las siguientes (después de haber escuchado los pares homónimos y de retirar de nuevo la hoja del campo visual del sujeto):

**“Bien, ahora vas a volver a escuchar combinaciones de esas sílabas como en la prueba anterior, pero lo que quiero es que me digas sólo lo que escuchas por el oído (derecho/izquierdo). Intenta concentrarte y decirme sólo eso: la sílaba que oigas por el oído (derecho/izquierdo). Voy a ponerte seis sílabas como ensayo. ¿Tienes alguna duda?”**

Se aplicaban los seis ensayos de prueba igual que antes y a continuación se hacía la correspondiente pausa para comprobar que el sujeto tenía claras las instrucciones de la tarea. Una vez hecho esto, y si no surgían dudas, se ponía en marcha la grabación con el test completo.

En cuanto a los pases de Escucha Dicótica atendiendo selectivamente al oído señalado por el tono, las instrucciones fueron las mismas para cada uno de los tres test (con el tono a 150, 450 y 750 ms respectivamente). Una vez el sujeto había vuelto a escuchar los pares homónimos y se le había retirado de nuevo la hoja impresa, se le ofrecía la siguiente consigna:

**“Ahora vas a escuchar como antes combinaciones de esas sílabas. Pero, además, en esta cinta hay grabado un sonido en uno de los dos oídos antes de cada par de sílabas. Te repito que oirás el sonido por un solo oído. Lo que quiero es que, en cuanto oigas el sonido te prepares para atender al oído por el que ha sonado, porque quiero que, de las sílabas que oigas a continuación,**

**intentes decirme solamente la que oigas por el oído que ha sido señalado por el sonido previo, ¿lo has entendido?, pues voy a ponerte seis ensayos de prueba.”**

Si el sujeto no tenía problemas en comprender las instrucciones se procedía, después de los ítems de ensayo, a empezar con el test.

Una vez acabada la sesión experimental, se le entregaba al sujeto una pequeña recompensa económica (6 €/1000 ptas.) y se le agradecía su colaboración.

## **6.6) ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **6.6.1) Tipos de puntuaciones obtenidas en los distintos tests de Escucha Dicótica**

#### **Escucha Dicótica libre (línea base)**

Como ya hemos comentado, se instruyó al sujeto para responder sólo una sílaba de cada par dicótico (*single correct answer*), obteniéndose dos tipos de puntuaciones:

- Sílabas correctas que corresponden al oído derecho
- Sílabas correctas que corresponden al oído izquierdo.

#### **Escucha Dicótica con atención forzada sostenida a uno u otro oído**

Para el pase atendiendo al oído derecho se obtuvieron dos tipos de puntuaciones:

- Sílabas del oído derecho verbalizadas correctamente (aciertos del oído derecho).
- Sílabas correspondientes oído izquierdo (intrusiones del oído izquierdo).

Para el pase atendiendo al oído izquierdo se obtuvieron dos tipos de puntuaciones:

- Sílabas del oído izquierdo verbalizadas correctamente (aciertos del oído izquierdo).
- Sílabas correspondientes al oído derecho (intrusiones del oído derecho).

### **Escucha Dicótica con atención forzada alternante a ambos oídos**

Para cada uno de los tres pases con sonido señalizador previo (a 150, 450 y 750 ms) se obtuvieron cuatro tipos de puntuaciones:

- Sílabas señalizadas en el oído derecho y verbalizadas correctamente (aciertos del oído derecho).
- Sílabas no señalizadas del oído izquierdo (intrusiones del oído izquierdo).
- Sílabas señalizadas en el oído izquierdo y verbalizadas correctamente (aciertos del oído izquierdo).
- Sílabas no señalizadas del oído derecho (intrusiones del oído derecho).

En todos los pases, las sílabas verbalizadas que no correspondían a ninguna de las que forman el par dicótico escuchado (errores) no se tuvieron en cuenta en el análisis.

#### **6.6.2) Tratamiento estadístico de los datos**

A partir del diseño general del experimento, se realizaron varios tipos de análisis en función del planteamiento de la pregunta a la que se pretendía dar respuesta. Con la idea de ofrecer los datos de una manera mas clara y ordenada, se han separado los distintos tipos de análisis en apartados diferentes. En cada uno de ellos se ofrece una pequeña introducción con la descripción del análisis empleado y los objetivos perseguidos, los resultados obtenidos, y una breve discusión. La integración general de los resultados se mostrará de una manera más amplia en el apartado Discusión General.

En cuanto a las pruebas aplicadas, se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) para tratar los datos conforme al diseño general, que se adaptó para cada análisis como se verá más adelante. Cuando la situación lo requería (variables intrasujetos con más de dos niveles que no cumplen el supuesto de esfericidad) se aplicó la corrección de los grados de libertad mediante el índice épsilon del limite inferior, para minimizar al máximo la posibilidad de cometer error Tipo I. Para las comparaciones de medias a posteriori se utilizó la prueba T de Student para variables apareadas.

## 7. RESULTADOS

### 7.1) ANÁLISIS I: Análisis de los datos de la Escucha Dicótica sin instrucciones atencionales

#### 7. 1.1) ANÁLISIS DE LAS PUNTUACIONES DIRECTAS

En este primer análisis la **hipótesis** fundamental era que los sujetos obtendrían una **Ventaja del Oído Derecho (VOD) cuando realizaran el test de Escucha Dicótica sin instrucciones atencionales**. Además pretendíamos averiguar la influencia del sexo y de la preferencia manual en la realización del test. La **hipótesis** que se planteó fue que las **mujeres frente a los hombres, y los zurdos frente a los diestros, presentarían una VOD de menor magnitud, junto con una proporción mayor de sujetos con ventaja del oído izquierdo (VOI)**. Supusimos que esto sería especialmente cierto con respecto a los zurdos, ya que, como vimos, la literatura sugería que las diferencias con respecto a la preferencia manual suelen ser mayores que las diferencias sexuales.

Las puntuaciones directas del OD y del OI, obtenidas en el test de ED línea base, se sometieron al análisis de varianza (ANOVA), de acuerdo al diseño:

**2 (Sexo) \* 2 (PM) \* 2 (Oído)**, siendo:

**Sexo:** entresujetos, con dos niveles:

Varones y Mujeres

**Preferencia manual (PM):** entresujetos, con dos niveles:

Diestros y Zurdos

**Oído:** intrasujetos, con dos niveles:

Oído derecho y oído izquierdo

La Tabla 4 muestra la media y desviación típica de las variables estudiadas en función del sexo y preferencia manual de los sujetos. Por otra parte, en la Tabla 5 se pueden encontrar los resultados del ANOVA, con los grados de libertad, el valor de la F, y la probabilidad asociada.

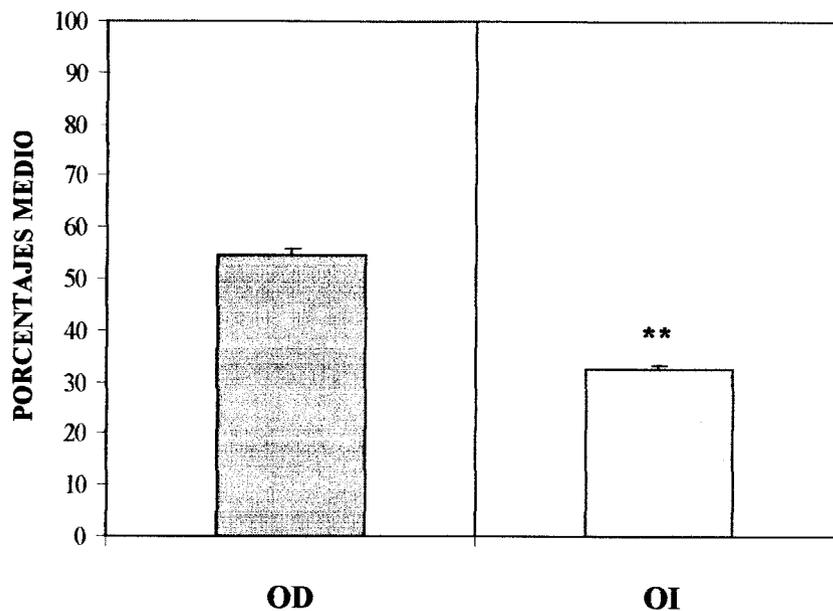
PM	SEXO	N	OD	OI
			Media (SD)	Media (SD)
D	V	24	32,95 (6,47)	18,75 (4,89)
	M	24	33,91 (6,84)	18,00 (6,09)
	Total	48	33,43 (6,60)	18,37 (5,47)
Z	V	24	33,08 (7,73)	20,41 (7,11)
	M	24	31,41 (7,96)	20,66 (6,21)
	Total	48	32,25 (7,81)	20,54 (6,60)
Total	V	48	33,02 (7,05)	19,58 (6,09)
	M	48	32,66 (7,45)	19,33 (6,23)
	Total	96	32,84 (7,22)	19,45 (6,13)

**Tabla 4:** medias y desviaciones típicas (SD) para el oído derecho (OD) e izquierdo (OI) en la ED línea base, en función del sexo (varones, V, y mujeres, M) y la preferencia manual (PM) del sujeto (D, diestros y Z, zurdos).

FUENTE	gl	F	p
SEX	1, 92	0.68	n.s.
PM	1, 92	1.79	n.s.
SEX*PM	1, 92	1.23	n.s.
<b>O</b>	<b>1, 92</b>	<b>102.23</b>	<b>.001</b>
O*PM	1, 92	1.60	n.s.
O*SEX	1, 92	0.00	n.s.
O*PM*SEX	1, 92	0.46	n.s.

**Tabla 5: resultados del ANOVA:** gl: grados de libertad. p: probabilidad asociada a la F. Sex: sexo. PM: preferencia manual. O: oído.

⇒ Únicamente fue significativo el **efecto principal de la variable Oído** ( $F_{(1, 92)} = 102.23, p < .001$ ), en la Gráfica 1 se puede observar que esto se debía a una superioridad del oído derecho.



**Gráfica 1:** Medias transformadas en porcentajes, del rendimiento del oído derecho (OD) e izquierdo (OI) en la ED línea base. Se representan juntos los grupos referidos al sexo y preferencia manual. Barritas: error típico de la media. \*\*:  $p < .001$ .

### 7. 1.2) ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE LATERALIDAD

Adicionalmente se calculó un Índice de Lateralidad (IL) como medida relativa de la actuación conjunta de ambos oídos. Tras examinar varios de los índices propuestos en la literatura, nos decidimos por la aplicación del de Marshall, Caplan y Holmes (1975), por considerarlo el más ampliamente utilizado.

La fórmula para obtenerlo es:

**IL:**  $[(OD - OI) / (OD + OI)] \times 100$ , donde:

**OD:** Puntuación del oído derecho.

**OI:** Puntuación del oído izquierdo.

Mediante este índice el sujeto puede obtener puntuaciones que van desde -100 a +100, indicando los valores **negativos una ventaja del oído izquierdo (VOI)** y los valores **positivos una ventaja del oído derecho (VOD)**. El valor igual a 0 indica que **no hay diferencias** entre el rendimiento del oído derecho y el del izquierdo (no ventaja auditiva, NVO).

El IL se sometió al análisis de varianza (ANOVA), de acuerdo al diseño **2 (Sexo) \* 2 (PM)**, tratándose ambas variables como en el análisis anterior. Los efectos principales de las variables Sexo y PM no fueron significativos ( $F_{(1, 92)} = .001$ , n.s.;  $F_{(1, 92)} = 2.08$ , n.s., respectivamente) así como tampoco alcanzó significación estadística la interacción de segundo orden Sexo\*PM ( $F_{(1, 92)} = 0.51$ , n.s.). En la Tabla 6 se muestra la media y desviación típica del IL con respecto al sexo y preferencia manual. En la misma tabla también se encuentra el número de sujetos que obtuvieron IL positivo, negativo, o cero, en función del sexo y preferencia manual, lo que nos ofrecerá información acerca de la *dirección* de la ventaja de oído en los sujetos, independientemente de su *magnitud*.

PM	SEX	N	IL MEDIA (SD)	VOD N (%)	VOI N (%)	NVO N (%)
D	V	24	27,00 (19,20)	22 (91.6)	2 (8.3)	0
	M	24	30,41 (23,78)	22 (91.6)	2 (8.3)	0
	Total	48	28,71 (21,45)	44 (91.6)	4 (8.3)	0
Z	V	24	23,42 (27,22)	19 (79.1)	4 (16.6)	1 (4.16)
	M	24	19,78 (25,45)	18 (75)	5 (20.8)	1 (4.16)
	Total	48	21,60 (26,13)	37 (77.08)	9 (18.75)	2 (4.16)
Total	V	48	25,21 (23,37)	41 (85.41)	6 (12.50)	1 (2.08)
	M	48	25,10 (24,95)	40 (83.3)	7 (14.58)	1 (2.08)
	Total	96	25,15 (24,05)	81 (84.37)	13 (13.54)	2 (2.08)

**Tabla 6:** Medias y desviaciones típicas (SD) para el índice de lateralidad (IL) obtenido por los sujetos en la ED línea base, en función de su preferencia manual (PM: diestros, D, o zurdos, Z) y del sexo (varones, V, o mujeres, M). También se muestran el número de sujetos (y su porcentaje relativo al total) que obtuvieron ventaja del oído derecho (VOD), ventaja del oído izquierdo (VOI) o índice de lateralidad igual a 0 (no ventaja de oído, NVO).

### 7. 1.3) DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS I

El análisis directo de las puntuaciones de los 96 sujetos (24 para cada grupo de varones diestros, varones zurdos, mujeres diestras, y mujeres zurdas) mostró que existía una ventaja del oído derecho (VOD) en la realización del test de escucha dicótica estándar, dato ampliamente conocido y que nosotros esperábamos replicar. Los sujetos alcanzaron un 54 % de ítems correctos presentados por el oído derecho, y un 33 % por el izquierdo, siendo este resultado similar para hombres y mujeres, diestros y zurdos, ya que no existieron diferencias significativas entre sexos, o en función de la preferencia manual. Los datos disponibles con respecto a muestras amplias, y que utilizan un test de ED similar al nuestro (compuesto por sílabas consonante-vocal, C – V), arrojan proporciones ligeramente más bajas para el oído derecho y algo más altas para el oído izquierdo (46 y 36 % respectivamente; Hugdahl, 1995, 2000), con lo que la diferencia relativa de actuación entre ambos oídos parece estar alrededor del 10%, mientras que en este estudio la diferencia se situó alrededor del 21%. Sin embargo, es conveniente señalar que el test de ED que se confeccionó para este trabajo contó con 60 sílabas dicóticas, es decir, el doble de las que contiene un test de ED estándar (que serían las 30 posibles combinaciones entre las seis sílabas C – V). Como se explicó en apartados anteriores, la duplicación de las sílabas dicóticas fue diseñada desde un principio expresamente, ya que a posteriori pretendíamos confeccionar un test de ED con señal sonora alternante entre oídos, para lo que necesitábamos señalar 30 sílabas a un oído y 30 al contrario en el mismo test. Cabe, pues, la posibilidad de que la duración del test haya afectado a los resultados. A este respecto, es interesante comentar que el test de escucha dicótica *FDWT* (Fused Dichotic Words Test), que se compone de un número mayor de ítems dicóticos (120) que el clásico test C – V, ofrece diferencias relativas entre oídos similares a las presentes (Wexler y Halwes, 1983), aunque el distinto tipo de estímulos empleados en cada test hace difícil una comparación más objetiva. También queremos señalar que los datos normativos ofrecidos por el grupo de Hugdahl y cols. incluyen sujetos con un amplio rango de edades (de 6 a 70 años) y que, como el mismo grupo de investigadores demostró recientemente (Beaton, Hugdahl y Ray, 2001), con el

aumento de la edad la diferencia relativa entre oídos *decrece* (fundamentalmente debido a una reducción del rendimiento en el oído derecho), así como que esta diferencia relativa entre oídos es menor en niños. Por lo tanto la disparidad de edad entre la muestra utilizada en este estudio y los datos normativos ofrecidos por éstos investigadores también podría ser una variable que influyera en los resultados. Finalmente, no podemos descartar que en nuestra muestra, compuesta principalmente por estudiantes de Psicología, algunos sujetos tuvieran conocimiento de las bases de la ED, y que sus expectativas influyeran en el resultado, sin embargo, consideramos esta circunstancia improbable (al menos para la gran mayoría de sujetos) puesto que la especialización hemisférica es un tema que en nuestra facultad se imparte únicamente en asignaturas optativas.

Considerando las diferencias individuales con respecto a la *magnitud* de la VOD, encontramos que hombres y mujeres obtuvieron una media en el índice de lateralización (IL) casi idéntica, encuadrándose así este estudio entre aquellos que no obtuvieron diferencias sexuales en cuanto a la lateralización lingüística medida a través de escucha dicótica, algo que sucede en aproximadamente la mitad de los experimentos que incluyen esta variable (ver las revisiones de Hiscock y cols., 1994, y Voyer, 1996). El hecho de que este estudio haya tenido en cuenta el ciclo menstrual de las mujeres, aplicando un diseño contrabalanceado para las fases luteínica y folicular, puede quizás haber propiciado una mayor homogeneidad en la muestra de mujeres (estas presentaron una variabilidad aproximadamente igual a la de los hombres), lo cual, sumado al hecho de obtener una media similar, pudo resultar en que no se obtuvieran diferencias en la VOD entre sexos, lo que sugiere que es importante tener un control sobre la variable ciclo menstrual, y también que se necesitarían más estudios con este tipo de diseño para saber hasta qué punto las diferencias encontradas en otros trabajos se deben a artefactos más que a diferencias reales en lateralización lingüística, al menos cuando se mide mediante la presente técnica. Por su parte, los zurdos obtuvieron una media en el IL de siete puntos menor que los diestros, sin embargo, esta no alcanzó significación estadística, quizás debido a que los zurdos mostraron una varianza mayor que los diestros (desviación típica, SD, de cinco puntos más). Estos resultados son coherentes con los obtenidos en otros estudios (ver la revisión de Kim, 1994), y apuntan a que los

zurdos presentarían una mayor variabilidad que los diestros en cuanto a lateralización lingüística, al menos, repetimos, cuando esta se mide mediante la escucha dicótica.

Considerando la *dirección* de la ventaja auditiva (que no la magnitud) y con respecto al porcentaje de sujetos con ventaja del oído derecho (VOD) ventaja del oído izquierdo (VOI) o sin ventaja auditiva (NVO) para los sujetos diestros, éstos fueron del 91.6 % con VOD y 8.3 % con VOI. En los zurdos apareció un 77 % con VOD, un 19 % con VOI, y un 4 % sin ventaja auditiva (NVO). Estos datos reproducen con bastante fidelidad los porcentajes relativos a la lateralización del lenguaje en hemisferio izquierdo, derecho o bilateral ofrecidos desde la investigación clínica y de neuroimagen, y sugieren que el test confeccionado en el presente estudio podría resultar una herramienta poderosa a la hora de localizar la representación lingüística hemisférica para un sujeto dado. Sin embargo, y en el marco de las puntualizaciones comentadas anteriormente, sería conveniente aplicarlo a poblaciones más amplias, de diversas edades y ocupación profesional, antes de extraer conclusiones firmes al respecto.

## 7.2) ANÁLISIS II: Rendimiento de ambos oídos en las condiciones de atención forzada.

### 7. 2.1) PROCEDIMIENTO

En este análisis el **objetivo** fundamental era averiguar **si los sujetos modulan el rendimiento de ambos oídos en función de si son instruidos a atender al OD o al OI**, así como explorar las posibles **diferencias individuales** en función del sexo y la preferencia manual.

Se analizaron los datos de los dos pases experimentales de atención sostenida y de los tres pases experimentales de atención alternante, **excluyendo los datos de la línea base**, ya que en esta condición no se incluyen instrucciones atencionales.

Como se comentó con anterioridad, los pases de atención sostenida y alternante tenían un **número distinto de ítems**, lo que en el ámbito metodológico implicó transformar las puntuaciones en **porcentajes**, aplicando las siguientes reglas de tres:

$[(\text{Puntuación original} \times 100) / 60]$ , para las puntuaciones obtenidas en los pases de ED sostenida.

$[(\text{Puntuación original} \times 100) / 30]$ , para las puntuaciones obtenidas en los pases de ED alternante.

Además, queremos recordar al lector que en el *diseño experimental* existían **dos** pases (pase 2 y 3 respectivamente), de atención sostenida (forzada al OD o al OI, con 60 ítems cada uno), pero que en el *diseño estadístico* estos dos pases se unirán en **un** único nivel (evaluando la atención sostenida). Por su parte, en el *diseño experimental* se aplicaron **tres** pases (pases 4, 5 y 6, respectivamente) de atención alternante (con 30 ítems señalizados a cada oído) que en *diseño estadístico* seguirán siendo **tres** niveles (evaluando la atención alternante con el tiempo de orientación a 150, 450 o 750 ms)

Por otra parte, una exploración preliminar de los datos **directos** sacó a relucir un problema añadido: algunos sujetos eran incapaces de realizar la tarea a un nivel por encima del azar. Es decir, encontramos casos en los cuales el sujeto tendía a verbalizar

la sílaba del oído al que no debía atender con más frecuencia que la sílaba del oído al que debía atender, o bien a cometer muchos errores (sílabas que no eran ninguna del par dicótico escuchado). Para solucionar esto se aplicó el siguiente criterio estadístico, utilizado por otros autores (Mondor y Bryden, 1991; Obrzut, Mondor y Uecker, 1993). Se incluyeron aquellos sujetos que identificaron, en cada oído atendido, significativamente más sílabas de las que sería esperable por azar: al menos 20 correctas de 60 (por expansión binomial) en el caso de los pases de atención sostenida, y al menos 8 correctas de 30 (por expansión binomial) en el caso de los pases de atención alternante. Se eliminaron los sujetos que no cumplieron esta regla en cualquiera de los pases, excluyéndose los datos del sujeto en su totalidad y para todos los análisis, independientemente de que hubiera realizado la tarea de manera correcta en algún otro pase (en la mayor parte de los casos esto no era así, puesto que el sujeto que realizaba un pase incorrectamente por lo general también lo hacía mal en los otros). Con este criterio fueron suprimidos 12 sujetos del estudio, quedando la muestra en **84 sujetos** (23 VD, 17 MD, 22 VZ, 22 MZ), y siendo las puntuaciones de éstos las que se transformaron en porcentajes. *Todos los análisis expuestos a partir de ahora se referirán a estos 84 sujetos.*

La hipótesis de la que partíamos era que los sujetos obtendrían una **VOD en las condiciones de atención forzada al OD**, cuya magnitud sería mayor que la de la **VOD obtenida en la línea base**, y una **VOI en las condiciones de atención forzada al OI**. En cuanto a las **diferencias individuales**, esperábamos que **no** existieran en función del **sexo**, pero quizás **sí** en función de la **preferencia manual**, con los zurdos obteniendo una VOD no significativa al atender al OD.

Se aplicó a los datos transformados en porcentajes un ANOVA acorde al diseño:

**2 (Sexo) \* 2 (PM) \* 2 (Oído) \* 2 (FDFI) \* 4 (T)**, siendo:

**Sexo:** entresujetos, con dos niveles:

Varones y Mujeres

**Preferencia Manual (PM):** entresujetos, con dos niveles:

Diestros y Zurdos

**Oído:** intrasujetos, con dos niveles:

Oído derecho y oído izquierdo

**FDFI:** dirección de la atención: intrasujetos con dos niveles:

atención forzada al OD (**FD**) y atención forzada al OI (**FI**)

**TAREA (T):** intrasujetos con cuatro niveles:

1. Atención sostenida
2. Atención alternante con 150 ms.
3. Atención alternante con 450 ms.
4. Atención alternante con 750 ms.

En cuanto al efecto de la variable Tarea, se aplicó previamente la prueba de Mauchly para comprobar el supuesto de esfericidad, necesario en las variables de medidas repetidas con más de dos niveles. Si la prueba de Mauchly resulta significativa, el supuesto de esfericidad está siendo violado. Ante esta circunstancia el investigador tiene la opción de calcular el valor de  $\epsilon$  del límite inferior para corregir los grados de libertad del diseño y poder aplicar un ANOVA tradicional con un margen bastante conservador que reduce al máximo la probabilidad de cometer error Tipo I (Pascual, Frias y García, 1996). Para aplicar la corrección sólo es necesario multiplicar el valor de  $\epsilon$  por los grados de libertad del numerador y del denominador en nuestro diseño, y a continuación consultar la tabla F, tanto para el efecto principal de la variable intra como para las interacciones de esa variable con el resto de variables.

En el **Anexo 6** se pueden encontrar las medias y desviaciones típicas de todas las variables analizadas en el ANOVA. Además, en la Tabla 7 se muestran los resultados

del ANOVA, con los grados de libertad, sin corregir y corregidos, así como el valor de la F y su probabilidad asociada.

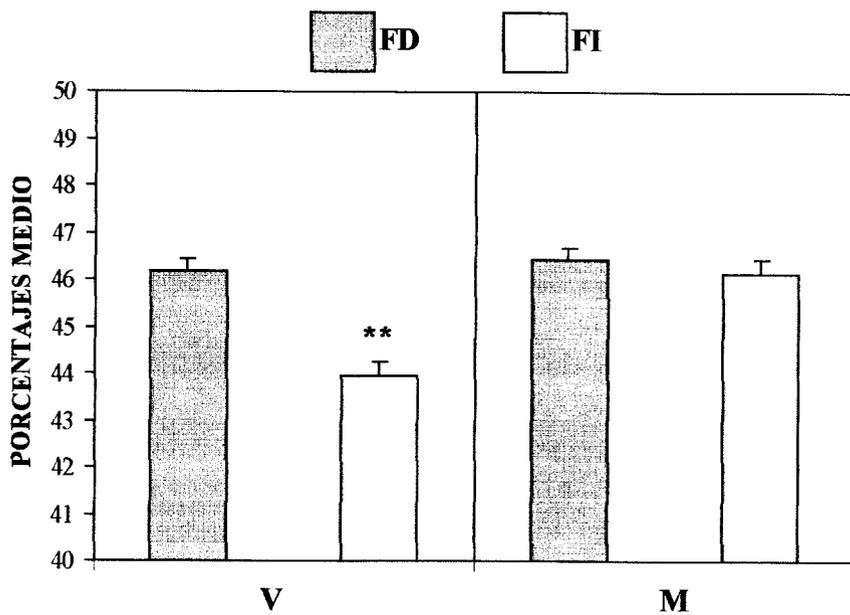
FUENTE	gl	gl *	F	P
<b>SEX</b>	<b>1, 80</b>		<b>14.50</b>	<b>.001</b>
PM	1, 80		0.71	n.s.
SEX*PM	1, 80		0.72	n.s.
<b>O</b>	<b>1, 80</b>		<b>68.60</b>	<b>.001</b>
O*PM	1, 80		0.92	n.s.
O*SEX	1, 80		2.13	n.s.
O*PM*SEX	1, 80		0.00	n.s.
<b>FDFI</b>	<b>1, 80</b>		<b>19.39</b>	<b>.001</b>
FDFI*PM	1, 80		0.02	n.s.
<b>FDFI*SEX</b>	<b>1, 80</b>		<b>10.72</b>	<b>.002</b>
FDFI*PM*SEX	1, 80		2.44	n.s.
T	3, 240	1, 80	3.59	n.s.
T*PM	3, 240	1, 80	0.90	n.s.
T*SEX	3, 240	1, 80	2.72	n.s.
T*PM*SEX	3, 240	1, 80	0.81	n.s.
<b>O*FDFI</b>	<b>1, 80</b>		<b>378.04</b>	<b>.001</b>
O*FDFI*PM	1, 80		1.40	n.s.
O*FDFI*SEX	1, 80		1.22	n.s.
O*FDFI*PM*SEX	1, 80		0.29	n.s.
O*T	3, 240	1, 80	2.81	n.s.
O*T*PM	3, 240	1, 80	0.06	n.s.
O*T*SEX	3, 240	1, 80	0.49	n.s.
O*T*PM*SEX	3, 240	1, 80	1.22	n.s.
FDFI*T	3, 240	1, 80	0.26	n.s.
FDFI*T*PM	3, 240	1, 80	1.11	n.s.
FDFI*T*SEX	3, 240	1, 80	1.38	n.s.
FDFI*T*PM*SEX	3, 240	1, 80	0.46	n.s.
<b>O*FDFI*T</b>	<b>3, 240</b>	<b>1, 80</b>	<b>37.11</b>	<b>.001</b>
O*FDFI*T*PM	3, 240	1, 80	0.59	n.s.
O*FDFI*T*SEX	3, 240	1, 80	0.23	n.s.
O*FDFI*T*PM*SEX	3, 240	1, 80	0.17	n.s.

**Tabla 7: resultados del ANOVA.** gl: grados de libertad. gl \*: grados de libertad corregidos por  $\epsilon$ . p: probabilidad asociada a la F. Sex: sexo. PM: preferencia manual. O: oído. FDFI: dirección de la atención. T: tarea.

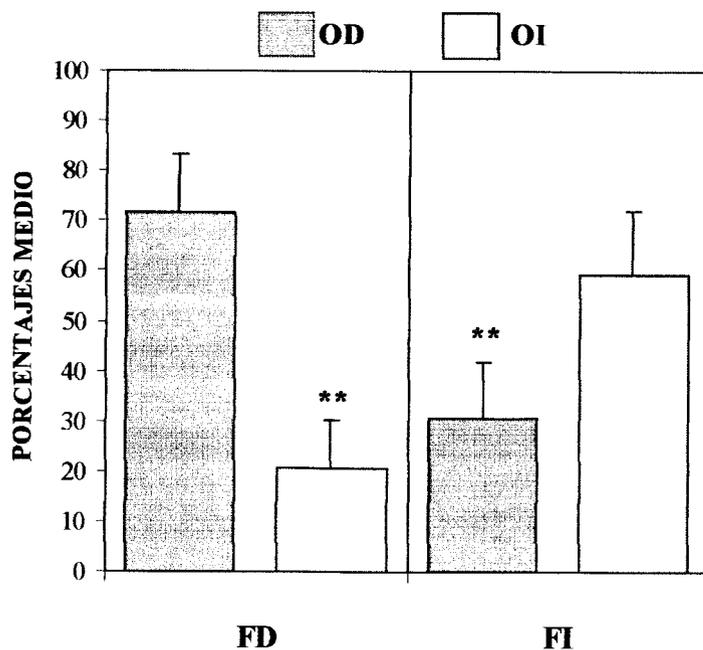
## 7. 2.2) RESULTADOS

- ⇒ El efecto **principal de la variable Sexo** resultó significativo ( $F_{(1, 80)} = 14.50$ ,  $p < .001$ ) debido a que las mujeres verbalizaron en todas las condiciones un número mayor de sílabas (Media 46.28) que los varones (Media 45.05).

- ⇒ El efecto **principal de la variable Oído** fue significativo ( $F_{(1, 80)} = 68.60, p < .001$ ) indicando que los sujetos verbalizaron más sílabas del OD, tanto aciertos como intrusiones (Media 51.17), que del OI (Media 40.16) en todas las condiciones.
  
- ⇒ El efecto **principal de la variable FDFI** (dirección de la atención) fue significativo ( $F_{(1, 80)} = 19.39, p < .001$ ), indicando que los sujetos verbalizaron un mayor número de sílabas en la condición de atender al OD (Media 46.30) que en la condición de atender al OI (Media 45.03). Este resultado se vio matizado por la **interacción FDFI\*Sexo**, que también alcanzó significación ( $F_{(1, 80)} = 10.71, p < .002$ ). En la Gráfica 2 se puede observar que esto se debía a que fueron los varones quienes verbalizaron un número mayor de sílabas en la condición de atender al OD, mientras que las mujeres verbalizaron el mismo número de sílabas en ambas condiciones.
  
- ⇒ En la exploración de las **interacciones de segundo orden** entre variables, alcanzó significación estadística **Oído\*FDFI** ( $F_{(1, 80)} = 378.04, p < .001$ ). En la Gráfica 3 se puede observar que esto se debía a una ventaja del oído derecho (VOD) en la condición de atender hacia él, y ventaja del oído izquierdo (VOI) en la condición de atender hacia él. Se representan unidos los grupos sexo y preferencia manual, puesto que no existieron interacciones de tercer orden con ninguna de las dos variables.
  
- ⇒ En cuanto a **interacciones de tercer orden**, apareció significativa únicamente **Oído\*FDFI\*Tarea**, incluso después de la corrección por épsilon de los grados de libertad ( $F_{(1, 80)} = 37.11, p < .001$ ). Esto implicaba que había diferencias en cuanto a aciertos e intrusiones en ambos oídos para cada tipo de atención. Para explorar con profundidad este hallazgo se realizaron análisis adicionales que se comentarán en el siguiente apartado.



**Gráfica 2:** porcentajes medios del rendimiento de ambos oídos, para las condiciones de atención forzada al oído derecho (FD) y al izquierdo (FI), separados por sexos (V: varones; M: mujeres). Barritas: error típico de la media. \*\*:  $p < .002$ .



**Gráfica 3:** porcentajes medios para el oído derecho (OD) y el oído izquierdo (OI) en las condiciones de atención forzada al oído derecho (FD) y al oído izquierdo (FI). Se representan juntos los grupos referidos al sexo y a la preferencia manual, así como las condiciones de atención sostenida y alternante. Barritas: error típico de la media. \*\*:  $p < .001$ .

### 7. 2.3) DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS II

En este análisis se demostró que los sujetos fueron capaces de modular la ventaja auditiva independientemente del tipo de atención demandado, mostrando una VOD de mayor magnitud con respecto a la obtenida en la línea base al atender al oído derecho (50% de diferencia relativa entre oídos, frente al 20% obtenido en la línea base), y un cambio de la dirección de la ventaja inicial al alcanzar una VOI al atender al oído izquierdo. Esto ocurrió a pesar de que existieron más aciertos del oído derecho comparado con el izquierdo, así como más intrusiones del oído derecho comparado con el izquierdo. Estos resultados replican y confirman los hallazgos obtenidos por otros autores (Asbjørnsen y Bryden, 1996; Asbjørnsen y Hugdahl, 1995; Bryden, Munhall y Allard, 1983; Bloch y Hellige, 1989; Hugdahl, 1995; Hugdahl y Andersson, 1986; Mondor y Bryden, 1991). Los porcentajes de diferencia relativa entre oídos para cada condición de atención forzada (v.g. la comparación entre aciertos del OD e intrusiones del OI para la condición de atender al oído derecho, y la comparación entre aciertos del OI e intrusiones del OD para la condición de atender al oído izquierdo) son similares a los obtenidos por otros autores, tanto en la atención sostenida como en la alternante. En las Tablas 1 y 2 se pueden consultar estos datos. Nótese que, como se comentó en anteriores apartados, la muestra final quedó en 84 sujetos, al eliminar 12 debido a un rendimiento anormal en los tests que incluían atención forzada. Los datos de estos 84 sujetos son los que quedan reflejados en las Tablas 1 y 2. Respecto de esta eliminación de sujetos, debemos señalar que resulta cuanto menos curioso que una parte de la muestra no pudiera realizar la tarea atencional a un nivel por encima del azar. La literatura revisada (en aquellos estudios que manipularon atención alternante, puesto que en los que se manipuló la atención sostenida no se incluyó este control del nivel de actuación de los sujetos) indica que en patologías como la dislexia, y también en ciertas edades de la infancia, el porcentaje de sujetos eliminados de la prueba es mayor (Obrzut, Mondor y Uecker, 1993) que en sujetos sanos y en adultos. Por otro lado, en nuestro estudio el número de sujetos eliminados fue similar en cada uno de los cuatro grupos incluidos (en función del sexo y preferencia manual), lo que sugiere que estas variables no son predictoras de la actuación anormal. Si además consideramos que, al restar los 12 sujetos de los 96, el rendimiento del oído derecho e izquierdo obtenido en la ED estándar para los 84 sujetos definitivos fue similar al obtenido por la totalidad de

la muestra (comparar los datos en la Tabla 1 con los datos del Análisis I expuesto anteriormente), se podría conjeturar que la diferencia relativa inicial entre oídos tampoco sería predictora de la actuación anormal. Se necesitarían más experimentos ampliando muestra e incluyendo otros tests atencionales para comprobar si el déficit observado en esta prueba correlacionaría con esas otras baterías, y poder delimitar con más exactitud si se puede atribuir a una falta de flexibilidad cognitiva en el proceso atencional en general.

Por otro lado, y volviendo a las Tablas 1 y 2, nótese también que, en ambas Tablas, los porcentajes referidos al presente estudio engloban los datos referidos al sexo y a la preferencia manual, puesto que no existieron diferencias de actuación en estos grupos. Con referencia al último punto, un dato de interés fue que los hombres cometieron más errores que las mujeres, entendidos éstos como identificar una sílaba que no es ninguna del par dicótico presentado, cuando atendían al oído izquierdo. Sin embargo, hay que señalar que este dato tiene una *importancia menor* dentro del tema que nos ocupa, ya que no ofrece información sobre diferencias *entre* oídos, sino que más bien sugiere que las mujeres fueron más exactas en su *percepción de alguna de las dos sílabas dicóticas* presentadas en la condición de atención forzada al oído izquierdo. No hemos encontrado precedentes de este dato, y sólo podemos conjeturar que, suponiendo que un mayor esfuerzo atencional implicase más exactitud a la hora de identificar alguna de las dos sílabas dicóticas (independientemente de cuál de las dos se hubiera demandado en la instrucción atencional), entonces en este estudio podríamos decir que las mujeres realizaron más esfuerzo atencional que los hombres en la condición de atención forzada al oído izquierdo. Para terminar con las diferencias individuales, nuestros datos mostraron que hombres y mujeres obtienen VOD y VOI de similar magnitud cuando atienden al OD o al OI respectivamente, dato que replica los resultados obtenidos en los estudios de este tipo (Asbjørnsen y Bryden, 1996; Asbjørnsen y Hugdahl, 1995; Bryden, Munhall y Allard, 1983; Mondor y Bryden, 1991). Sin embargo, con respecto a la preferencia manual, vimos que el único estudio que incluyó un grupo de sujetos compuesto por zurdos y ambidiestros (Dean y Hua, 1982) encontró que la VOD obtenida por este grupo en la línea base y en la condición de atención forzada al OD no fue significativa, mientras sí lo fue la VOI obtenida al

atender al OI. Por el contrario, en este estudio, los zurdos realizaron la tarea sin diferencias con los diestros, obteniendo VOD y VOI significativas en ambas condiciones de AF, así como la clásica VOD en la línea base. Una posible causa que explicase estas diferencias podría ser el criterio utilizado para clasificar los sujetos en diestros o zurdos. En el estudio citado se aplicó un cuestionario distinto al presente, que incluía 17 cuestiones en vez de 12, y cuyas respuestas se obtenían a partir de una escala Likert. Los autores, además, señalaron que su muestra unía sujetos zurdos y ambidiestros en el mismo grupo. Sin entrar en valoraciones en cuanto a qué método es más adecuado para valorar la preferencia manual, lo que sí es cierto es que resulta difícil saber hasta qué punto la muestra de aquel trabajo y la nuestra son comparables.

En resumen, en este análisis se confirmó la hipótesis propuesta acerca de que los sujetos diestros de ambos sexos modulan su ventaja auditiva, obteniendo VOD de mayor magnitud al atender al OD y VOI al atender al OI independientemente del tipo de atención demandado. Sin embargo, la actuación de los zurdos fue igual a la de los diestros, por lo que la hipótesis de una actuación diferente para este grupo no obtuvo respaldo estadístico. Finalmente, comentar que en este análisis no perseguíamos explícitamente comparar ambos tipos de atención (sostenida vs alternante), sin embargo, la interacción de tercer orden Oído\*FDFI\*Tarea resultó significativa, lo que implicaba que sí existían diferencias entre oídos, dirección de la atención, y tipo de atención demandada. Para analizar esta cuestión de manera más minuciosa se realizó otro análisis que será comentado en el apartado siguiente.

### **7.3) ANÁLISIS III: Evolución de los aciertos y las intrusiones en las condiciones de atención forzada con respecto a la línea base.**

Como se vio en el análisis anterior, la interacción de tercer orden Oído\*FDFI\*Tarea resultó significativa, lo que implicaba diferencias entre oídos, dirección de la atención y tipo de atención demandada. En este análisis nos propusimos explorar esas diferencias por separado para los aciertos e intrusiones. La razón fundamental para analizarlos por separado fue la posibilidad de medir ambos con respecto a la ED línea base.

#### **7. 3.1) EVOLUCIÓN DE LOS ACIERTOS**

El objetivo de este análisis fue **comparar las puntuaciones del OD y del OI cuando eran atendidos (en las condiciones de AF) con respecto a las puntuaciones del OD y del OI en la línea base (ED estándar)**. Se plantearon varias hipótesis concretas:

**(Ac-1)** Si la técnica de atención forzada había sido efectiva a la hora de señalar la atención, habría un aumento de los aciertos globales desde la línea base a las condiciones de atención forzada.

**(Ac-2)** Si la técnica de la señalización por sonido fuera más efectiva que la clásica instruccional, como postulaban Mondor y Bryden (1991), habría un aumento de los aciertos globales desde la atención sostenida a la alternante

**(Ac-3)** Dentro de la atención alternante, con el aumento del tiempo disponible para orientar la atención habría de nuevo un aumento de los aciertos globales, al menos al pasar de 150 a 450 ms.

**(Ac-4)** Si no existieran otros factores además de los atencionales, la diferencia entre el OD y el OI (que en la escucha dicótica estándar favorece al OD como sabemos) desaparecería al comparar ambos oídos atendidos (es decir, los aciertos de ambos oídos), al menos en sujetos diestros de ambos sexos.

**(Ac-5)** Según la hipótesis del sesgo atencional hacia la derecha en diestros, la reducción o desaparición de la VOD entre aciertos se explicaría debido a que la instrucción atencional beneficiaría más al oído izquierdo que al derecho

**(Ac-6)** Relacionado con las diferencias individuales, no esperábamos encontrarlas con respecto al sexo, pero sí en función de la preferencia manual. Según la hipótesis del sesgo atencional

hacia la izquierda en zurdos, planteamos que el intervalo temporal beneficiaría más al oído derecho en estos, con lo que en los zurdos esperábamos que la VOD entre ambos oídos atendidos aumentaría con el aumento del intervalo temporal (patrón opuesto a los diestros).

Así como en el análisis anterior habíamos transformado las puntuaciones de los pases con instrucciones atencionales en porcentajes, también aquí transformamos las puntuaciones de la línea base en porcentajes, acorde a la fórmula:

$$[(\text{Puntuación original} \times 100) / 60]$$

Ya que el número de ítems máximo en el pase de ED línea base eran 60.

Por otra parte, se recordará del anterior análisis que se eliminaron 12 sujetos que no habían superado el mínimo exigible en las condiciones de atención forzada. En este análisis se eliminaron también las puntuaciones de esos 12 sujetos en la línea base. En el **Anexo 7** se pueden consultar los porcentajes para el OD y el OI en la ED línea base, referidos a los 84 sujetos incluidos.

Se aplicó a los datos transformados en porcentajes un ANOVA acorde al diseño:

**2 (Sexo) \* 2 (PM) \* 2 (Oído) \* 5 (T)**, siendo:

**Sexo:** entresujetos, con dos niveles:

Varones y Mujeres

**Preferencia Manual (PM):** entresujetos, con dos niveles:

Diestros y Zurdos

**Oído:** intrasujetos, con dos niveles

Oído derecho y Oído izquierdo

**TAREA (T):** intrasujetos, con cinco niveles:

5. Línea base
6. Atención sostenida
7. Atención alternante con 150 ms
8. Atención alternante con 450 ms
9. Atención alternante con 750 ms

En la Tabla 8 se muestran los resultados del ANOVA, con los grados de libertad, tanto corregidos como sin corregir, así como el valor de la F y su probabilidad asociada.

FUENTE	gl	gl *	F	p
SEX	1, 80		2.30	n.s.
PM	1, 80		1.08	n.s.
SEX*PM	1, 80		0.49	n.s.
<b>O</b>	<b>1, 80</b>		<b>80.61</b>	<b>.001</b>
O*PM	1, 80		1.07	n.s.
O*SEX	1, 80		2.78	n.s.
O*PM*SEX	1, 80		0.01	n.s.
<b>T</b>	<b>4, 320</b>	<b>1, 80</b>	<b>188.37</b>	<b>.001</b>
T*PM	4, 320	1, 80	0.53	n.s.
T*SEX	4, 320	1, 80	1.72	n.s.
T*PM*SEX	4, 320	1, 80	0.12	n.s.
<b>O*T</b>	<b>4, 320</b>	<b>1, 80</b>	<b>9.31</b>	<b>.01</b>
O*T*PM	4, 320	1, 80	0.48	n.s.
O*T*SEX	4, 320	1, 80	0.72	n.s.
O*T*PM*SEX	4, 320	1, 80	0.77	n.s.

**Tabla 8: resultados del ANOVA.** gl: grados de libertad. gl \*: grados de libertad corregidos por épsilon. p: probabilidad asociada a la F. Sex: sexo. PM: preferencia manual. O: oído. T: tarea.

## RESULTADOS

- ⇒ El efecto **principal de la variable Oído** resultó significativo ( $F_{(1, 80)} = 80.61$ ,  $p < .001$ ) debido a un mayor número de aciertos en el oído derecho (Media 68.24) comparado con el izquierdo (Media 54.30).
- ⇒ El efecto **principal de la variable Tarea** fue significativo, incluso con la aplicación de la corrección por épsilon de los grados de libertad ( $F_{(1, 80)} = 188.37$ ,  $p < .001$ ). Las comparaciones por pares de medias revelaron diferencias significativas entre todas las condiciones ( $p < .001$ ) excepto entre la atención alternante con 450 ms y la

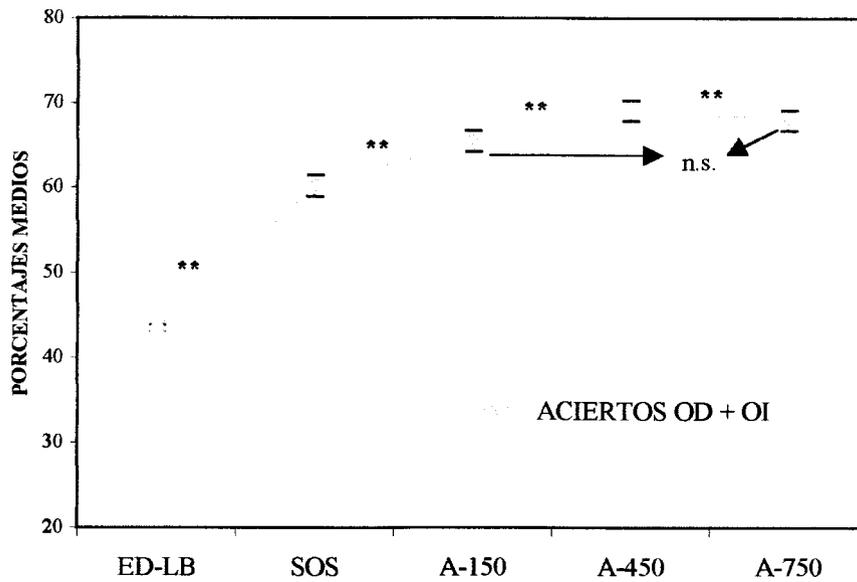
atención alternante con 750 ms de tiempo. En la Gráfica 4 se muestra la evolución de los aciertos (ambos oídos) a través de las condiciones de atención forzada con respecto a la línea base.

⇒ La **interacción** de segundo orden **Oído\*Tarea** resultó significativa aun corregida por  $\epsilon$  ( $F_{(1, 80)} = 9.31, p < .01$ ). Para analizarla se aplicó un ANOVA por separado a los porcentajes de cada oído, acorde al diseño **2 (Sexo) \* 2 (PM) \* 5 (Tarea)**, tratándose las variables igual que en el análisis anterior.

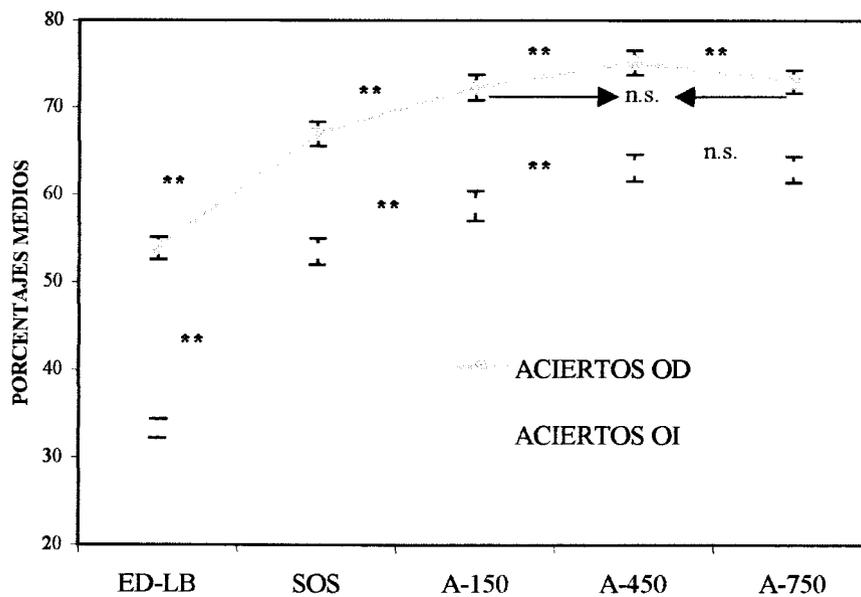
⇒ **En el OD**, el factor **Tarea** fue el único significativo ( $F_{(1, 80)} = 87.12, p < .001$ ), las comparaciones por pares de medias revelaron que no había diferencias entre la atención alternante a 150 ms y la atención alternante a 750 ms, y sí entre todas las demás comparaciones ( $p < .001$ ). En la Gráfica 5 se muestra la evolución de los aciertos del OD desde la línea base a las condiciones de atención forzada.

⇒ **En el OI**, resultó significativo el factor **Sexo** ( $F_{(1, 80)} = 4.92, p < .02$ ), indicando que las mujeres acertaron más ítems con el OI (Media 56.90) que los hombres (Media 51.60). Además resultó significativo el factor **Tarea** ( $F_{(1, 80)} = 131.87, p < .001$ ). Las comparaciones por pares de medias mostraron que no había diferencias entre la atención alternante a 450 ms y la atención alternante a 750 ms, mientras que sí existían entre todas las demás comparaciones ( $p < .001$ ). En la Gráfica 5 se muestra la evolución de los aciertos del OI desde la línea base a las condiciones de atención forzada.

⇒ **Adicionalmente**, y para confirmar que existía una ventaja del oído derecho al examinar los oídos atendidos, se aplicaron **pruebas T de Student** (para medias apareadas) comparando los **aciertos** del oído derecho e izquierdo en cada una de las cuatro tareas atencionales. Todas las comparaciones resultaron **significativas** (prueba T con 83 grados de libertad, valores entre 6.05 y 8.46;  $p < .001$ )



**Gráfica 4:** Evolución de los porcentajes medios en los aciertos de ambos oídos juntos (OD + OI) desde la ED línea base (ED-LB) a las condiciones de atención forzada. SOS: atención forzada sostenida. A-150: atención forzada alternante a 150 ms. A-450: atención forzada alternante a 450 ms. A-750: atención forzada alternante a 750 ms. \*\*:  $p < .001$ ; n.s.: no significativo. Barritas: error típico de la media.



**Gráfica 5:** Evolución de los porcentajes medios en los aciertos de cada oído por separado desde la ED línea base (ED-LB) a las condiciones de atención forzada. SOS: atención forzada sostenida. A-150: atención forzada alternante a 150 ms. A-450: atención forzada alternante a 450 ms. A-750: atención forzada alternante a 750 ms. \*\*:  $p < .001$ ; n.s.: no significativo. Barritas: error típico de la media.

### 7. 3.2) EVOLUCIÓN DE LAS INTRUSIONES

Se analizaron las puntuaciones del OD y del OI cuando no eran atendidos (en las condiciones de AF) con respecto a las puntuaciones del OD y del OI en la línea base (en la ED estándar). El objetivo era explorar qué ocurre con los oídos que no son atendidos cuando se realiza una tarea de ED con atención forzada. Teniendo en cuenta la literatura revisada, los datos sugieren que la atención forzada depende tanto del aumento de aciertos como de la inhibición de las intrusiones. Por lo tanto planteamos las siguientes hipótesis:

**(Int-1)** Nos planteamos que se observaría una disminución de las intrusiones globales (de ambos oídos) con respecto a la línea base en las condiciones de atención forzada.

**(Int-2)** Supusimos también que la disminución sería mayor para la atención alternante, comparada con la atención sostenida.

**(Int-3)** Dentro de la atención alternante, planteamos que la disminución sería mayor cuanto mayor fuera el tiempo ofrecido para orientar la atención, al menos al pasar de 150 a 450 ms.

**(Int-4)** Al igual que en el análisis anterior, aquí pretendíamos también explorar lo que ocurre cuando comparamos ambos oídos no atendidos (las intrusiones), para saber si existe una ventaja del oído derecho. Sin embargo, la literatura muestra datos contradictorios, así que nuestro planteamiento en este punto fue puramente exploratorio.

Se aplicó a los datos transformados en proporciones un ANOVA acorde al diseño:

**2(Sexo) x 2 (PM) x 2 (Oído) x 5 (T)**, siendo:

**Sexo:** entresujetos, con dos niveles:

Varones y Mujeres

**Preferencia Manual (PM):** entresujetos, con dos niveles:

Diestros y Zurdos

**Oído:** intrasujetos, con dos niveles

Oído derecho y Oído izquierdo

**TAREA (T):** intrasujetos, con cinco niveles:

1. Línea base
2. Atención sostenida
3. Atención alternante con 150 ms
4. Atención alternante con 450 ms
5. Atención alternante con 750 ms

En la Tabla 9 se encuentran los resultados del ANOVA, con los grados de libertad, tanto corregidos como sin corregir, así como el valor de la F y su probabilidad asociada.

FUENTE	Gl	gl *	F	p
SEX	1, 80		0.36	n.s.
PM	1, 80		1.69	n.s.
SEX*PM	1, 80		0.12	n.s.
<b>O</b>	<b>1, 80</b>		<b>88.99</b>	<b>.001</b>
O*PM	1, 80		1.77	n.s.
O*SEX	1, 80		0.73	n.s.
O*PM*SEX	1, 80		0.19	n.s.
<b>T</b>	<b>4, 320</b>	<b>1, 80</b>	<b>155.67</b>	<b>.001</b>
T*PM	4, 320	1, 80	1.55	n.s.
T*SEX	4, 320	1, 80	0.42	n.s.
T*PM*SEX	4, 320	1, 80	0.46	n.s.
<b>O*T</b>	<b>4, 320</b>	<b>1, 80</b>	<b>16.64</b>	<b>.001</b>
O*T*PM	4, 320	1, 80	0.52	n.s.
O*T*SEX	4, 320	1, 80	0.15	n.s.
O*T*PM*SEX	4, 320	1, 80	0.52	n.s.

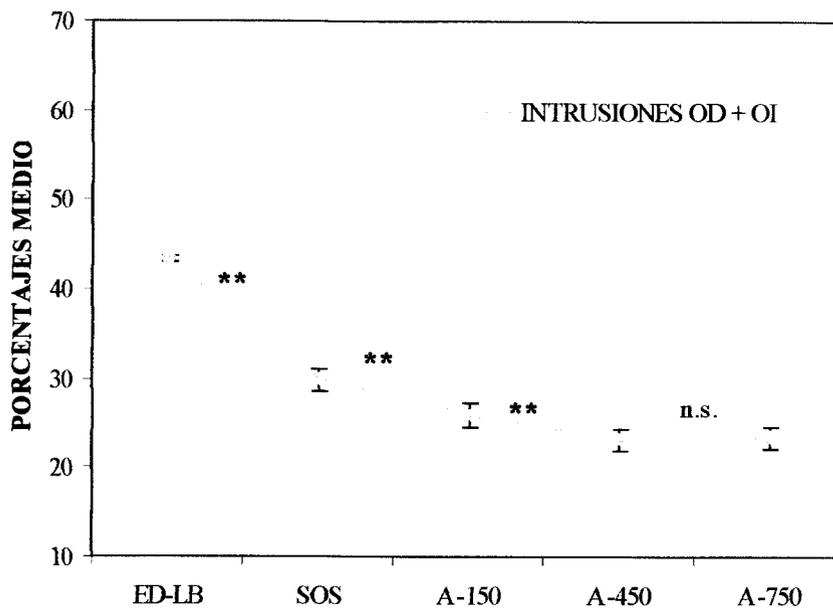
**Tabla 9: resultados del ANOVA.** gl: grados de libertad. gl \*: grados de libertad corregidos por épsilon. p: probabilidad asociada a la F. Sex: sexo. PM: preferencia manual. O: oído. T: tarea.

## RESULTADOS

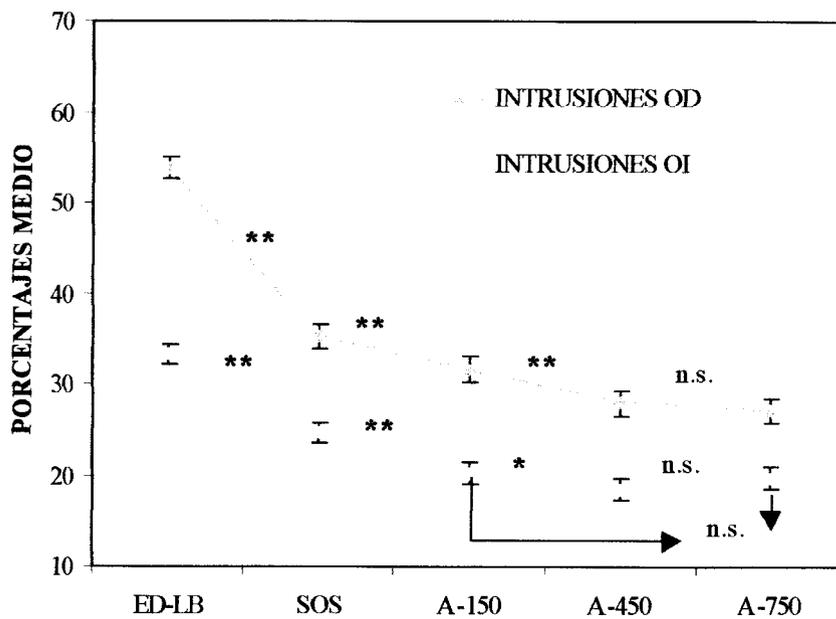
- ⇒ El efecto **principal de la variable Oído** fue significativo ( $F_{(1, 80)} = 88.99, p < .001$ ) debido a un mayor número de intrusiones en el oído derecho (Media 35.17) comparado con el izquierdo (Media 23.26).
  
- ⇒ El efecto **principal de la variable Tarea** fue significativo, incluso con la aplicación de la corrección por épsilon de los grados de libertad ( $F_{(1, 80)} = 155.67, p < .001$ ). Las comparaciones por pares de medias revelaron diferencias significativas ( $p < .001$ ) entre todas las condiciones excepto entre la atención alternante con 450 ms y la atención alternante con 750 ms de tiempo. En la Gráfica 6 se muestra la evolución de las intrusiones (ambos oídos) a través de las condiciones de atención forzada con respecto a la línea base.
  
- ⇒ La **interacción** de segundo orden **Oído\*Tarea** resultó significativa aun corregida por épsilon ( $F_{(1, 80)} = 16,64, p < .001$ ). Para analizarla se aplicó un ANOVA por separado a los porcentajes de cada oído, acorde al diseño **2 (Sexo) \* 2 (PM) \* 5 (Tarea)**, tratándose las variables igual que en el análisis anterior.
  - ⇒ **En el OD**, el factor **Tarea** fue significativo ( $F_{(1, 80)} = 107.77, p < .001$ ), las comparaciones por pares de medias revelaron que no había diferencias entre la atención alternante a 450 ms y la atención alternante a 750 ms, y sí entre todas las demás comparaciones ( $p < .001$ ). Además el efecto principal de la variable **PM** mostró una **tendencia a la significación** ( $F_{(1, 80)} = 3.17, p < .07$ ), indicando un mayor número de intrusiones en los diestros frente a los zurdos. En la Gráfica 7 se muestra la evolución de las intrusiones del OD desde la línea base a las condiciones de atención forzada.
  
  - ⇒ **En el OI**, resultó significativo el factor **Tarea** ( $F_{(1, 80)} = 62.97, p < .001$ ). Las comparaciones por pares de medias mostraron que no hubo

diferencias para las comparaciones entre la atención alternante a 150 ms frente a la alternante a 750 ms, ni tampoco entre la alternante a 450ms frente a la alternante a 750 ms, y sí entre todas las demás comparaciones (150 ms frente a 450 ms:  $p < .03$ ; resto:  $p < .001$ ). En la Gráfica 7 se muestra la evolución de las intrusiones del OI desde la línea base a las condiciones de atención forzada

- ⇒ **Adicionalmente**, y para confirmar que existía una ventaja del oído derecho al examinar los oídos no atendidos, se aplicaron pruebas **T de Student** (para medias apareadas) comparando las **intrusiones** del oído derecho e izquierdo en cada una de las cuatro tareas atencionales. Todas las comparaciones resultaron **significativas** (prueba T con 83 grados de libertad, valores entre 6.42 y 8.15;  $p < .001$ )



**Gráfica 6:** Evolución de los porcentajes medios en las intrusiones de ambos oídos juntos (OD + OI) desde la ED línea base (ED-LB) a las condiciones de atención forzada. SOS: atención forzada sostenida. A-150: atención forzada alternante a 150 ms. A-450: atención forzada alternante a 450 ms. A-750: atención forzada alternante a 750 ms. \*\*:  $p < .001$ ; n.s.: no significativo. Barritas: error típico de la media.



**Gráfica 7:** Evolución de los porcentajes medios en las intrusiones de cada oído por separado desde la ED línea base (ED-LB) a las condiciones de atención forzada. SOS: atención forzada sostenida. A-150: atención forzada alternante a 150 ms. A-450: atención forzada alternante a 450 ms. A-750: atención forzada alternante a 750 ms. \*\*:  $p < .001$ ; \*:  $p < .03$ ; n.s.: no significativo. Barritas: error típico de la media.

### 7. 3.3) DISCUSION DEL ANÁLISIS III

Como vimos en la literatura revisada, en algunos trabajos que manipulaban atención sostenida no se encontraba un aumento del rendimiento total de ambos oídos (lo que habría implicado el aumento de los aciertos de los oídos atendidos) desde la línea base a las condiciones de atención forzada (Asbjornsen y Hugdahl, 1995; Bryden, Munhall y Allard, 1983), mientras que en otros sí (Bloch y Hellige, 1989), quedando finalmente algunos estudios en los que resultaba difícil comparar la línea base con las condiciones de AF debido a que las puntuaciones de la línea base no se habían computado siguiendo el método del acierto único (*single correct answer*) (Dean y Hua, 1982; Hugdahl y Andersson, 1986). Todd Mondor criticó estos hallazgos y sugirió que el aumento de los aciertos era el factor crítico a la hora de considerar la efectividad de la instrucción atencional, puesto que si la atención forzada dependía sólo de la disminución de intrusiones no se podía asegurar que la atención selectiva había sido efectiva, demostrando en sus trabajos que la atención alternante sí producía este aumento.

En el presente análisis, y con respecto a las hipótesis planteadas, se confirmaron las hipótesis **Ac-1** y **Ac-2**, puesto que el aumento de los aciertos se produjo tanto para la atención sostenida (comparada con la línea base) como para la atención alternante (comparada con la línea base y con la atención sostenida), lo que sugiere que ambas técnicas son eficaces como orientadoras de la atención, pero también que la alternante lo es más incluso que la sostenida. Si el investigador dedicado a este campo se viera en la situación de elegir, nuestro consejo sería que valorara que, si bien parece claro que la alternante provoca una modulación más efectiva de la atención selectiva, también es cierto que su comparación con una línea base de ED estándar se hace complicada (en este estudio se optó por la transformación de las puntuaciones en porcentajes como vimos). Además, y como se comentó, en la literatura revisada en cuanto a estudios que aplicaron la atención sostenida se evidenció que en ningún caso se había incluido el control para garantizar el nivel de rendimiento de los sujetos y, en su caso, eliminar aquellos que no superaran el azar. Esta circunstancia pudo haber afectado algunos de

aquellos trabajos; por lo tanto, nuestro segundo consejo sería que, caso de aplicar esta técnica, se comprobara primero la incidencia de puntuaciones anormales. Con respecto a la hipótesis **Ac-3**, ya dentro de la atención alternante, el análisis de los datos reveló que el aumento del intervalo temporal de 150 ms a 450 ms sí resultó en un beneficio para el rendimiento, aumentando los aciertos de ambos oídos (aunque manteniéndose un nivel de aciertos superior para el oído derecho, como ya se había visto en el Análisis II), pero que, cuando se ofreció aún más tiempo (750 ms), el rendimiento no aumentó, lo que sugiere que existe un tope temporal a partir del cual la habilidad a la hora de focalizar la atención ya no aumenta, estando éste alrededor de 450 ms. En cuanto a la hipótesis **Ac-5**, se planteó recogiendo la sugerencia de Mondor y Bryden (1991). En este artículo, referido a sujetos diestros de ambos sexos, se observó que, con el aumento del intervalo temporal, lo que aparecía era un aumento significativo de los *aciertos del oído izquierdo* al pasar de 450 a 150 ms, y que con el intervalo de 750 ms los aciertos de este oído ya no aumentaban más. Por su parte, el oído derecho obtenía un ligero aumento de los aciertos a través de los tres intervalos, aunque no significativo en ningún caso. En el presente estudio, y al examinar los aciertos de ambos oídos por separado, nos encontramos los siguientes hallazgos: por una parte, el paso de 150 a 450 ms tuvo el efecto de aumentar significativamente los aciertos de *ambos* oídos. Por otra, el intervalo de 750 ms tuvo efectos diferenciales para cada oído, ya que para el derecho resultó en una *disminución* significativa de los aciertos con respecto a 450 ms, mientras que para el oído izquierdo no tuvo ningún efecto al compararlo con 450 ms. Mondor y Bryden (1991) habían explicado sus resultados argumentando que el intervalo temporal benefició sólo al oído izquierdo porque en condiciones normales existe una tendencia o *bias* atencional hacia el oído derecho en diestros, que puede superarse al introducir la atención selectiva y orientarla conscientemente hacia la izquierda. Los presentes datos no apoyan estas conclusiones, ya que la hipótesis **Ac-5** no se confirmó, sino que más bien sugieren que existe un intervalo temporal que es óptimo para la orientación efectiva de la atención selectiva (450 ms) independientemente del oído, es decir, de la *dirección* de ésta. En cuanto a la disminución del rendimiento del oído derecho observada al aplicar 750 ms, se necesitarían más estudios para esclarecer su significado.

Por otra parte, el análisis de los datos mostró que no sólo existe un aumento de los aciertos, sino *también* una disminución de las intrusiones de cada oído desde la línea base a las condiciones de atención forzada (existiendo un número global de intrusiones mayor para el oído derecho que para el izquierdo, como ya se demostró en el Análisis II). Esto nos confirmó la hipótesis **Int-1**, lo que sugiere que, al realizar una tarea de ED con atención forzada, el éxito depende tanto de la focalización correcta de la atención en el oído requerido, como de la retirada del foco atencional del oído que no debe atenderse. Por otro lado, también se confirmó la hipótesis **Int-2**, ya que la atención alternante ocasionó un número menor de intrusiones que la sostenida, lo que sugiere que la atención alternante es más efectiva a la hora de provocar el mecanismo cognitivo responsable de la modulación auditiva. Finalmente, y con respecto a la hipótesis **Int-3**, el paso de 150 a 450 ms resultó en una disminución de las intrusiones de ambos oídos, mientras que el intervalo de 750 ms de intervalo temporal no benefició a la disminución de intrusiones de ningún oído, indicando otra vez que el intervalo temporal óptimo para provocar la modulación atencional parece estar alrededor de 450 ms. Comparando estos datos con los de Mondor y Bryden (1991) observamos resultados similares para el oído derecho, aunque, para el izquierdo, en aquel estudio las intrusiones disminuyeron durante el intervalo de 750 ms, mientras que en el presente experimento éstas aumentaron ligeramente (aunque sin llegar a la significación estadística). El análisis conjunto de aciertos e intrusiones al focalizar la atención en el oído derecho con el intervalo de 750 ms muestra las mayores divergencias con el estudio citado, puesto que allí se obtuvieron más aciertos y menos intrusiones, y en el presente trabajo se observaron menos aciertos y más intrusiones. Esto indica que nuestra muestra realizó la tarea de atender al oído derecho con menor exactitud en dicho intervalo, lo que quizás podría explicarse en base a diferentes procedimientos o características técnicas del experimento. En cualquier caso, y como ya comentamos, se necesitarían más estudios para replicar el hallazgo.

Volviendo a los aciertos y con respecto a la hipótesis **Ac-4**, se observó que la comparación de ambos oídos cuando eran atendidos (los aciertos) sí resultó en una VOD, y para *todas* las condiciones de atención forzada. La diferencia relativa para los aciertos de ambos oídos entre sí es similar a la obtenida en los estudios revisados, como

se puede consultar en las Tablas 1 y 2, aunque con algunos matices de interés. Con respecto a la atención sostenida, encontramos que, en general, en anteriores trabajos se obtuvo una VOD que, cuando se sometió a análisis, fue significativa (Asbjornsen y Hugdahl, 1995; Bryden, Munhall y Allard, 1983), habiéndose replicado este hallazgo en el presente experimento. Sin embargo, y ya dentro de la atención alternante, uno de los argumentos de Mondor y Bryden (1991) para defender la técnica empleada fue que, en función del aumento del intervalo temporal, la diferencia entre ambos oídos atendidos desaparecía, anulándose por tanto la VOD. Como se comentó en el párrafo anterior, los datos de aquel experimento mostraron un aumento significativo de los aciertos del oído izquierdo pero no de los del derecho, por eso la comparación de ambos oídos atendidos no fue significativa (concretamente en el intervalo de 450 ms). Esto le sirvió a estos autores no sólo para defender la efectividad de su técnica, sino también para sugerir que el efecto de VOD encontrado habitualmente en la escucha dicótica se debe únicamente a factores atencionales, con un sesgo de la atención hacia la derecha presente en diestros. En el presente estudio, al obtener un aumento de los aciertos no sólo para el oído izquierdo sino también para el derecho, la comparación entre ambos oídos atendidos resultó en una VOD en todas las condiciones. Por otro lado, en la Tabla 2 se aportan los resultados de un estudio más reciente (Wiens y Emmerich, 1999) en el que no se replicaron los hallazgos de Mondor y Bryden (1991), obteniéndose una VOD de similar magnitud en los tres intervalos temporales estudiados, ya que los aciertos de *ambos* oídos aumentaron ligeramente en función del intervalo temporal. Estos autores atribuyeron la discrepancia a que los estímulos C – V utilizados en su estudio fueron sintetizados artificialmente. Los resultados del presente trabajo son más consonantes con los de este último estudio (con la excepción de nuestros datos atípicos al atender al oído derecho en el intervalo de 750 ms). Si tenemos en cuenta que los estímulos utilizados por nosotros fueron grabados de un discurso natural al igual que los de Mondor y Bryden (1991), resulta claro que las discrepancias no se deben al tipo de estímulo utilizado. Queremos también resaltar que, aunque estos trabajos son escasos, tanto en el estudio de Wiens y Emmerich (1999) como en el presente, el número de sujetos incluidos en la muestra fue bastante mayor que en el trabajo de Mondor y Bryden (1991). Por todo esto, consideramos que la *conclusión* más adecuada sería considerar que *en la realización del test de escucha dicótica están presentes otras*

*variables además de las puramente atencionales*, por lo menos si como “variable atencional” entendemos el proceso *consciente* de focalizar la atención selectiva en un oído u otro. Dicho de otro modo, la hipótesis del sesgo hacia la derecha sugería que la VOD que se encuentra cuando se realiza el test de ED se debe a que el sujeto orienta su atención hacia la derecha. La premisa básica sería que si se le instruye a atender al oído izquierdo su rendimiento aumentará, pero que si se le instruye a atender al derecho, el rendimiento no aumentaría puesto que en condiciones normales *ya lo está atendiendo*. Nosotros consideramos esta premisa poco probable, ya que lo que se manipula durante el paradigma de atención forzada es la focalización *voluntaria*, y por tanto consciente, de la atención selectiva. Resulta difícil de creer que, cuando se realiza un test de ED estándar, el sujeto esté pendiente del oído derecho utilizando este mismo proceso cognitivo voluntario.

La comparación de ambos oídos no atendidos entre sí (las intrusiones) resultó también en una VOD para todas las condiciones de atención forzada. En la hipótesis **Int-4** se planteaba este análisis como puramente exploratorio. Se ha sugerido que la VOD encontrada en esta condición podría interpretarse como índice de asimetría lingüística libre de los efectos de la atención selectiva (Hugdahl y Andersson, 1986). En general, la VOD sí se ha obtenido en esta condición, aunque en algunos estudios con atención sostenida resultó significativa (Bryden, Munhall y Allard, 1983), pero no en otros (Asbjornsen y Hugdahl, 1995), mientras que sí lo fue en los estudios que manipularon atención alternante (Mondor y Bryden, 1991). El problema sigue siendo que no es fácil averiguar si los sujetos perciben estos estímulos pero no los verbalizan. Como ya se comentó en la introducción teórica, diversos estudios que utilizan muestra clínica indican que los pacientes no son capaces de inhibir las intrusiones, lo que sería una prueba indirecta de que éstas forman parte del mecanismo cognitivo implícito en la tarea. Pero, aún suponiendo que la supresión de intrusiones se deba a factores perceptivos, esto no esclarece a qué se debe que el oído derecho presente más intrusiones que el izquierdo. En cualquier caso, y tal como argumentábamos en el párrafo anterior, la superioridad del oído derecho se debería a otros factores que no serían la orientación voluntaria de la atención selectiva, que es lo que manipulan estas técnicas.

Un punto de interés que se observó en este análisis fueron las diferencias individuales observadas en las condiciones de atención forzada al oído izquierdo. Con respecto al sexo, las mujeres obtuvieron un índice de aciertos del oído izquierdo más elevado que los hombres, lo que indica que fueron más exactas a la hora de focalizar la atención en este oído. Sin embargo, en el Análisis II habíamos visto que la VOI obtenida en la condición de atender al oído izquierdo no fue diferente a la de los hombres. Esto se explica porque en ellas el nivel de intrusiones del oído derecho no disminuyó paralelamente al aumento de aciertos del izquierdo, y por eso el índice combinado no resultó en diferencias en cuanto al sexo. En cuanto a los zurdos, se observó una inhibición de las intrusiones del oído derecho mayor que en los diestros (marginamente significativa). En este caso sucedió como en el anterior de las mujeres (aunque al contrario): como los zurdos no obtuvieron un aumento de los aciertos del oído izquierdo paralelo a la disminución de las intrusiones del derecho, el índice combinado no ofreció una VOI mayor que en los diestros. Esto sugiere que, si bien la modulación auditiva parece depender tanto de los aciertos como de las intrusiones, ambos aspectos podrían ser a su vez subcomponentes de un proceso más general, pudiendo disociarse en función de algunas variables. Se necesitarían más experimentos para delimitar con precisión cada uno de estos aspectos, por ejemplo, correlacionándolos por separado con otros tests neuropsicológicos, o con variables neurofisiológicas.

Por último, y en cuanto a la comparación de los aciertos entre sí y de las intrusiones entre sí, debemos reseñar los hallazgos referidos a las diferencias individuales. Para los zurdos, y comparando nuestros resultados con los obtenidos por otros autores, en el trabajo de Dean y Hua (1982), que manipulaba atención sostenida, se encontró una pequeña VOI no significativa entre ambos oídos atendidos (aciertos), y ninguna diferencia en el rendimiento de ambos oídos no atendidos (intrusiones), mientras que nuestros datos revelaron que los zurdos no se diferenciaron de los diestros, obteniendo VOD tanto para la comparación de los aciertos como para la de las intrusiones. Por otra parte, Mondor (1994), recogiendo los resultados de Dean y Hua (1982), sugirió que el sesgo atencional que supuestamente existe en condiciones

normales podría dirigirse hacia la izquierda en zurdos (reflejado aquí en la hipótesis **Ac-6**). Para apoyar esta hipótesis presentó un experimento con atención alternante en el que el intervalo temporal benefició al oído derecho y no al izquierdo en estos sujetos, resultando la comparación entre ambos oídos atendidos en una VOD mayor en función del aumento del intervalo temporal (aunque, curiosamente, máxima en el intervalo de 450 ms). Sin embargo, y como vimos, nuestra muestra de zurdos presentó un rendimiento similar al de los diestros en todas las condiciones de atención forzada, lo que no apoya la hipótesis sugerida. No hemos encontrado más estudios con atención forzada que incluyan zurdos, además de los citados, y debemos tener en cuenta una vez más que el cuestionario utilizado para clasificar a los zurdos varía de estudio a estudio. Por otra parte, el nuestro cuenta con un número de sujetos zurdos más elevado que los anteriores. En cualquier caso, consideramos prematuro ofrecer una conclusión firme si no se realizan más trabajos que incluyan esta variable en la muestra.

Finalmente, comentar con respecto al sexo que en un trabajo (Hugdahl y Andersson, 1986) se encontró que las mujeres no obtuvieron la VOD al comparar las intrusiones entre sí, lo que llevó a los autores a sugerir que en ellas tendrían más peso las variables atencionales que las relativas a asimetría lingüística al realizar el test de ED. Sin embargo, en otros estudios, al igual que en este, hombres y mujeres obtuvieron VOD similares en esta condición (Bryden, Munhall y Allard, 1983; Asbjornsen y Hugdahl, 1995; Asbjornsen y Bryden, 1996).

#### **7.4) ANÁLISIS IV: Proporción de cambio en aciertos e intrusiones en las condiciones de atención forzada con respecto a la línea base**

##### **7.4.1) PROCEDIMIENTO**

Como se recordará del apartado Objetivos e Hipótesis, nos propusimos aplicar un análisis estadístico especialmente diseñado para cuantificar la contribución relativa de los aciertos e intrusiones, y con ello explicar los mecanismos subyacentes a la modulación auditiva en las condiciones de atención forzada. El tratamiento de los datos que sigue a continuación se tomó de Asbjørnsen y Hugdahl (1995), ya que con un análisis como el que se aplicó en el apartado anterior sólo se pudo obtener la información de que sí *existen* tanto un aumento de los aciertos como una inhibición de las intrusiones, pero no es posible saber si son los aciertos o las intrusiones lo *determinante* para entender la modulación de la VOD.

El análisis se basa en la aplicación de las siguientes **fórmulas** a los porcentajes obtenidos a partir de las puntuaciones originales de los sujetos:

##### **1) Fórmula para los aciertos del OD comparado con el OD de la línea base:**

$$[(OD_{AFOD} - OD_{LB}) / (OD_{AFOD} + OD_{LB})] * 100$$

donde: **AFOD**: atención forzada al oído derecho y **LB**: línea base.

##### **2) Fórmula para las intrusiones del OD comparado con el OD de la línea base:**

$$[(OD_{AFOI} - OD_{LB}) / (OD_{AFOI} + OD_{LB})] * 100$$

donde: **AFOI**: atención forzada al oído izquierdo y **LB**: línea base.

##### **3) Fórmula para los aciertos del OI comparado con el OI de la línea base:**

$$[(OI_{AFOI} - OI_{LB}) / (OI_{AFOI} + OI_{LB})] * 100$$

donde: **AFOI**: atención forzada al oído izquierdo y **LB**: línea base.

#### 4) Fórmula para las intrusiones del OI comparado con el OI de la línea base:

$$[(OI_{AFOD} - OI_{LB}) / (OI_{AFOD} + OI_{LB})] * 100$$

donde: AFOD: atención forzada al oído derecho y LB: línea base.

Para las cuatro fórmulas, nótese que:

- ◆ Si el índice es **igual a cero**, significa que *no hay diferencias* entre la puntuación de un oído dado obtenida durante condición de atención forzada (AF) y la obtenida por ese mismo oído durante la línea base (ED libre).
- ◆ Si el índice es **negativo**, la puntuación obtenida por el oído durante la condición de atención forzada es *menor* que la obtenida por el mismo oído durante la línea base.
- ◆ Si el índice es **positivo**, la puntuación obtenida por el oído durante la condición de atención forzada es *mayor* que la obtenida por el mismo oído durante la línea base.

Por lo tanto, y una vez conocidos los resultados del Análisis III, las fórmulas que trabajan con los datos de los oídos atendidos (aciertos) nos darán índices positivos (aumento de aciertos con respecto a la línea base), mientras que las fórmulas que trabajan con los datos de los oídos no atendidos (intrusiones) nos darán índices negativos (disminución de intrusiones con respecto a la línea base).

Se aplicaron estas cuatro fórmulas para las condiciones de atención forzada sostenida y la de atención forzada alternante a 150 ms. Con respecto a las otras dos condiciones (450 y 750 ms), y dado que en análisis anteriores habían ofrecido resultados similares, se obtuvo la puntuación media entre ambas y, una vez hecho esto, se aplicaron las cuatro fórmulas también a la media obtenida. En total, pues, se obtuvieron **doce índices**. Las medias y desviaciones típicas para los doce índices en función del sexo y preferencia manual de los sujetos se encuentran en el **Anexo 8**.

Los doce índices se sometieron, como variables dependientes, al Análisis de Varianza (ANOVA), acorde al diseño:

**2(Sexo) \* 2 (PM) \* 2 (Oído) \* 2 (A) \* 3 (T)**, siendo:

**Sexo:** entresujetos con dos niveles:

Varones y Mujeres

**Preferencia manual (PM):** entresujetos, con dos niveles:

Diestros y Zurdos

**Oído:** intrasujetos, con dos niveles:

Oído derecho y Oído izquierdo

**Atención (A):** intrasujetos con dos niveles:

Comparación línea base – oídos atendidos (aciertos)

Comparación línea base – oídos no atendidos (intrusiones)

**Tarea (T):** intrasujetos con tres niveles:

1. Comparación atención sostenida – línea base
2. Comparación atención alternante a 150 ms – línea base
3. Comparación atención alternante a 450/750 ms (media de ambas) – línea base

En la Tabla 10 se encuentran los resultados del ANOVA, con los grados de libertad tanto corregidos como sin corregir, así como el valor de F y su probabilidad asociada.

FUENTE	gl	gl *	F	P
SEX	1, 80		2.50	n.s.
<b>PM</b>	<b>1, 80</b>		<b>4.46</b>	<b>.03</b>
SEX*PM	1, 80		0.30	n.s.
<b>O</b>	<b>1, 80</b>		<b>17.59</b>	<b>.001</b>
O*PM	1, 80		0.88	n.s.
O*SEX	1, 80		0.33	n.s.
O*PM*SEX	1, 80		0.23	n.s.
<b>A</b>	<b>1, 80</b>		<b>312.77</b>	<b>.001</b>
A*PM	1, 80		1.67	n.s.
A*SEX	1, 80		0.29	n.s.
A*PM*SEX	1, 80		0.62	n.s.
<b>T</b>	<b>2, 160</b>	<b>1, 80</b>	<b>14.98</b>	<b>.001</b>
T*PM	2, 160	1, 80	0.48	n.s.
T*SEX	2, 160	1, 80	3.10	n.s.
T*PM*SEX	2, 160	1, 80	0.57	n.s.
<b>O*A</b>	<b>1, 80</b>		<b>40.08</b>	<b>.001</b>
O*A*PM	1, 80		1.67	n.s.
O*A*SEX	1, 80		0.27	n.s.
O*A*PM*SEX	1, 80		0.17	n.s.
O*T	2, 160	1, 80	1.50	n.s.
O*T*PM	2, 160	1, 80	0.25	n.s.
O*T*SEX	2, 160	1, 80	0.35	n.s.
O*T*PM*SEX	2, 160	1, 80	0.64	n.s.
<b>A*T</b>	<b>2, 160</b>	<b>1, 80</b>	<b>37.13</b>	<b>.001</b>
A*T*PM	2, 160	1, 80	0.53	n.s.
A*T*SEX	2, 160	1, 80	0.12	n.s.
A*T*PM*SEX	2, 160	1, 80	0.15	n.s.
<b>O*A*T</b>	<b>2, 160</b>	<b>1, 80</b>	<b>4.15</b>	<b>.05</b>
O*A*T*PM	2, 160	1, 80	0.89	n.s.
O*A*T*SEX	2, 160	1, 80	0.11	n.s.
O*A*T*PM*SEX	2, 160	1, 80	0.25	n.s.
SEX				

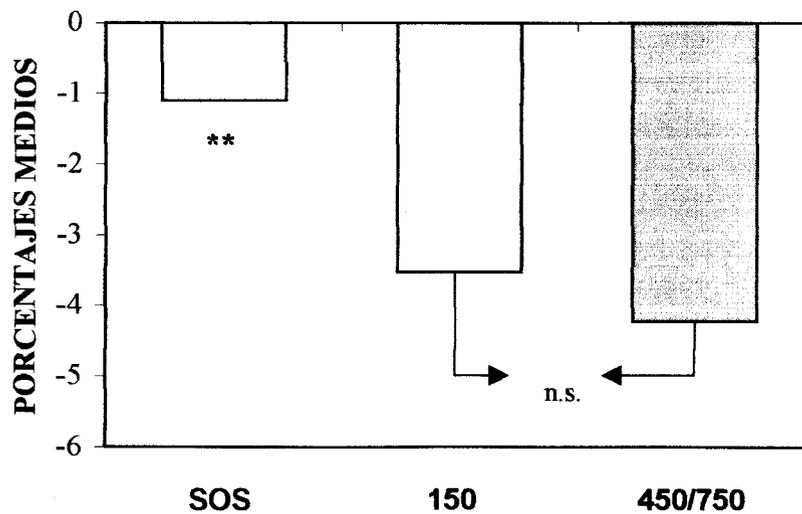
Tabla 10: resultados del ANOVA. gl: grados de libertad. gl \*: grados de libertad corregidos por épsilon. p: probabilidad asociada a la F. Sex: sexo. PM: preferencia manual. O: oído. FDFI: dirección de la atención. T: tarea.

## 7. 4.2) RESULTADOS

⇒ La media global resultó negativa (- 2.95)

⇒ El efecto principal de la variable Oído resultó significativo ( $F_{(1, 80)} = 17.59$ ,  $p < .001$ ), debido a que el OD alcanzó una puntuación media negativa (- 7.20) y para el OI la puntuación media fue positiva (1.29).

- ⇒ El efecto **principal de la variable Atención** resultó significativo ( $F_{(1, 80)} = 312.77$ ,  $p < .001$ ). Esto se debió a que ambos oídos atendidos (aciertos) obtuvieron una puntuación media positiva (20.54), mientras que ambos oídos no atendidos (intrusiones) obtuvieron una puntuación media negativa (- 26.45).
- ⇒ El efecto **principal de la variable Tarea** resultó significativo, aún corregido por épsilon ( $F_{(1, 80)} = 14.98$ ,  $p < .001$ ). Las comparaciones por pares de medias indicaron que, siendo las tres medias negativas, existieron diferencias entre la AF sostenida y la AF alternante a 150 ms ( $p < .001$ ), y también entre la primera y la AF alternante a 450/750 ms ( $p < .001$ ). Sin embargo, dentro de la atención alternante no existieron diferencias entre ambos intervalos. La Gráfica 8 ilustra los resultados obtenidos para la variable Tarea.



**Gráfica 8:** Proporción de cambio en las condiciones de atención forzada con respecto a la línea base. Se representan juntos ambos oídos, tanto aciertos como intrusiones, ya que la gráfica se refiere a los efectos principales de la variable Tarea (tipos de atención). SOS: atención sostenida. 150: atención alternante a 150 ms. 450/750: media de las condiciones de atención alternante a 450 y 750 ms. \*\*:  $p < .001$ ; n.s.: no significativo.

⇒ El efecto **principal de la variable PM** resultó significativo ( $F_{(1, 80)} = 4.46, p < .03$ ) debido a que para los zurdos la puntuación media (- 4.21) fue más negativa que para los diestros (- 1.68).

⇒ La **interacción** de segundo orden **Oído\*Atención** resultó significativa ( $F_{(1, 80)} = 40.08, p < .001$ ). También lo fue, una vez corregida por  $\epsilon$ , **Atención\*Tarea** ( $F_{(1, 80)} = 37.13, p < .001$ ). Además, la interacción de tercer orden **Oído\*Tarea\*Atención** resultó significativa incluso corregida por  $\epsilon$  ( $F_{(1, 80)} = 4.15, p < .05$ ). Para esclarecer mejor el significado de estas interacciones se realizaron los siguientes Análisis de Varianza, separados para los índices de los oídos atendidos (aciertos) y los oídos no atendidos (intrusiones).

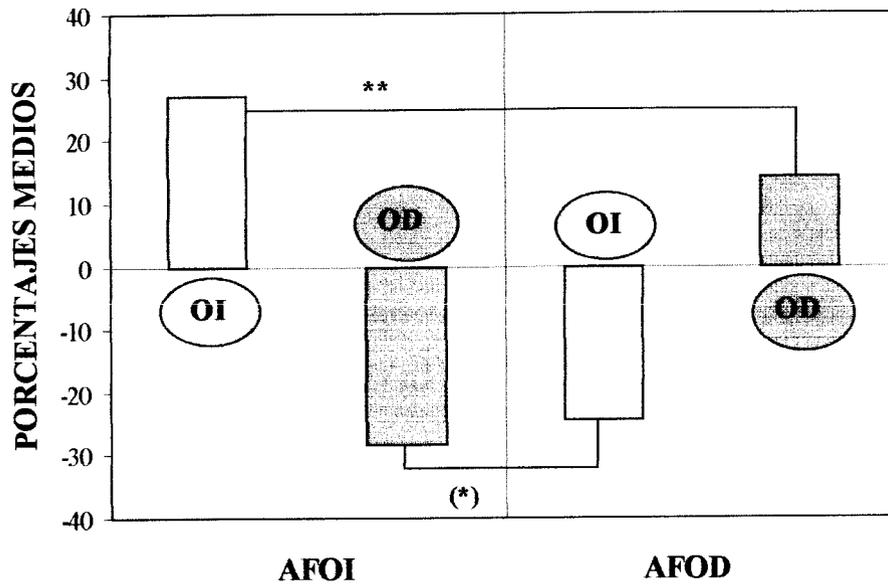
⇒ **Análisis de los índices de los oídos atendidos (aciertos):**

⇒ Se aplicó un ANOVA a los índices del oído derecho y del izquierdo cuando eran atendidos (**aciertos**), según el diseño **2(sexo) \* 2 (PM) \* 2 (Oído) \* 3 (Tarea)**, tratándose las variables exactamente igual que en el análisis anterior. El factor **Oído** fue significativo ( $F_{(1, 80)} = 34.94, p < .001$ ), y en la Gráfica 9 puede observarse que esto fue debido a un *índice más elevado de aciertos en el OI que en el OD*. El factor **Tarea** también resultó significativo corregido por  $\epsilon$  ( $F_{(1, 80)} = 33.77, p < .001$ ). Las comparaciones por pares de medias indicaron que todas las comparaciones alcanzaron significación ( $p < .001$ ). La Gráfica 10 muestra que los aciertos aumentaron en función del tipo de Tarea. El resto de variables y sus interacciones no fueron significativas.

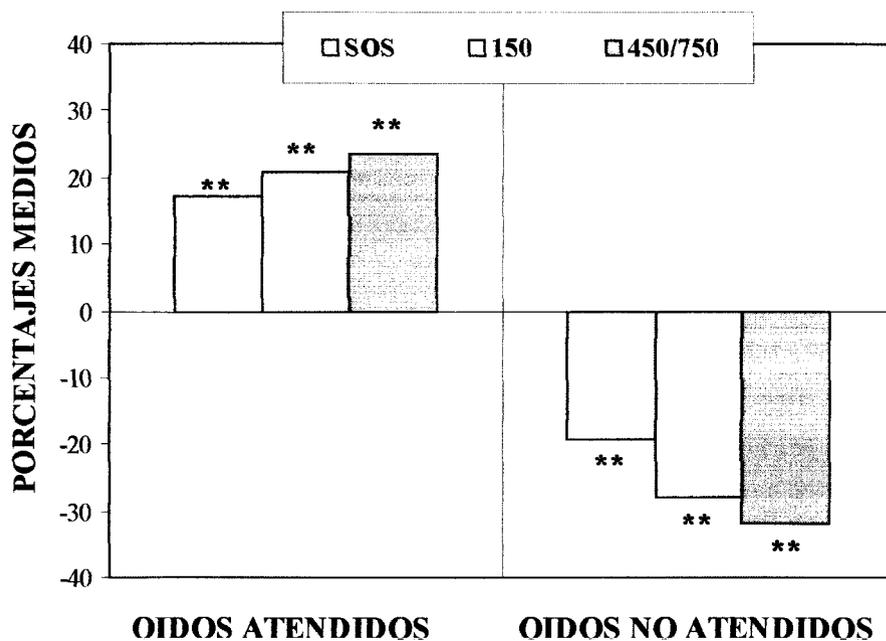
⇒ **Análisis de los índices de los oídos no atendidos (intrusiones):**

⇒ Se aplicó un ANOVA a los índices del oído derecho y del izquierdo cuando no eran atendidos (**intrusiones**), según el diseño **2 (Sexo) \* 2 (PM) \* 2 (Oído) \* 3 (Tarea)**, tratándose las variables como en el análisis anterior. El factor **Oído** sólo alcanzó una tendencia a la significación ( $F_{(1, 80)} = 3.30, p <$

.07), como se puede observar en la Gráfica 9. Si resultó significativo el factor **Tarea**, corregido por  $\epsilon$  ( $F_{(1, 80)} = 31.99, p < .001$ ). Las comparaciones por pares de medias indicaron que todas las comparaciones alcanzaron significación ( $p < .001$ ). La Gráfica 10 muestra que las intrusiones se inhibieron cada vez más, en función del tipo de Tarea. El resto de variables y sus interacciones no resultaron significativas.

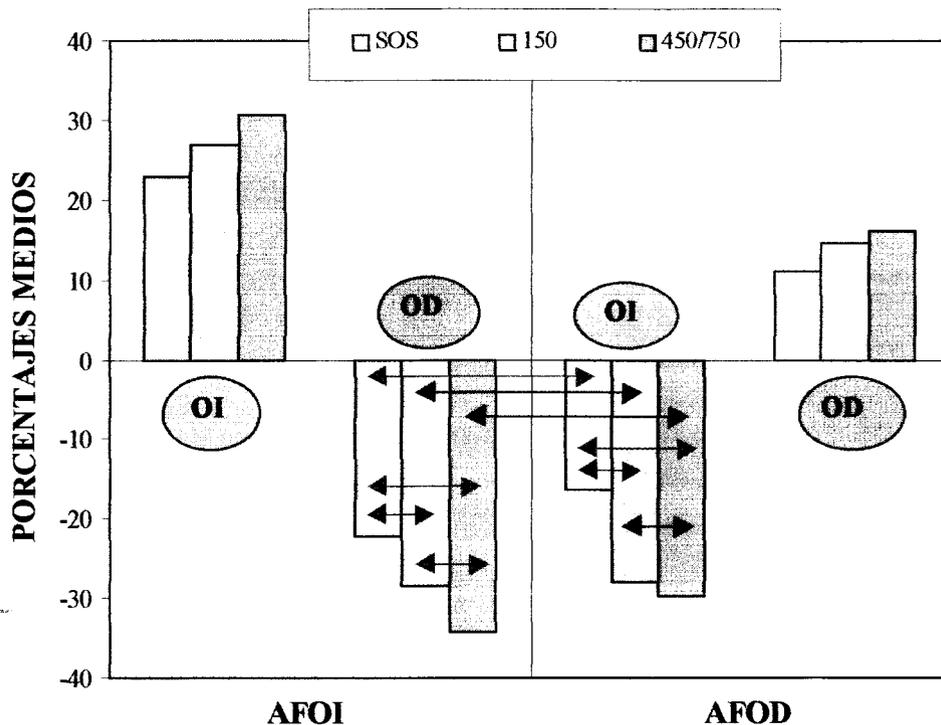


**Gráfica 9:** Proporción de cambio en el oído derecho (OD) e izquierdo (OI), en función de las condiciones de atención forzada al oído derecho (AFOD) y atención forzada al oído izquierdo (AFOI). Se representan juntos todos los niveles de la variable Tarea (tipos de atención). \*\*:  $p < .001$ ; (\*):  $p < .07$ .



**Gráfica 10:** Proporción de cambio en ambos oídos juntos (OD + OI) cuando son atendidos (aciertos de ambos oídos) y cuando son no atendidos (intrusiones de ambos oídos), en función del tipo de atención demandada (variable Tarea). SOS: atención sostenida. 150: atención alternante a 150 ms. 450/750: media de las condiciones de atención alternante a 450 y 750 ms. \*\*:  $p < .001$ .

⇒ Por último, observamos que, por una parte, la interacción de tercer orden Oído\*Tarea\*Atención realizada en el ANOVA global había resultado significativa, y por otra, los oídos no atendidos (intrusiones), aunque no resultaron significativos (ver Gráfica 9), sí mostraron una tendencia a la significación ( $p < .07$ ). Ambos resultados nos hicieron sospechar que quizás había *diferencias en función del tipo de atención demandada y ambos oídos cuando no eran atendidos*. Para esclarecer esto se realizaron **pruebas T de Student** para medias apareadas entre los seis índices que correspondían al **OD y OI cuando no eran atendidos** en cada una de las tres condiciones de la variable Tarea (tipos de atención). El **Anexo 9** muestra los resultados de la prueba T realizada, y la Gráfica 11 ilustra los resultados obtenidos.



**Gráfica 11:** Proporción de cambio en función de los oídos (OD y OI), las condiciones de atención forzada al oído derecho (AFOD), al oído izquierdo (AFOI), y los tres tipos de atención analizados (variable Tarea). SOS: atención sostenida. 150: atención alternante a 150 ms. 450/750: media de las condiciones de atención alternante a 450 y 750 ms. Se señalan con flechas los resultados obtenidos al aplicar la prueba T a las intrusiones. Las flechas **NEGRAS** indican las comparaciones que **NO** fueron significativas. Las flechas **ROJAS** indican las comparaciones que **SI** fueron significativas.

### 7. 4.3) DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS IV

El presente análisis se realizó siguiendo la metodología empleada por Asbjörnsen y Hugdahl (1995), en su estudio con atención sostenida, para evaluar la proporción de cambio en los aciertos y las intrusiones con respecto a la línea base. En aquel estudio el resultado fue que la modulación auditiva que se obtuvo en las condiciones de atención forzada se debía sobre todo a una inhibición de las intrusiones, aunque también existía un pequeño, pero significativo, aumento de los aciertos. Los autores no encontraron diferencias significativas entre los oídos. En este sentido, ambos oídos alcanzaron un nivel de aciertos similar, pese a que la media del oído izquierdo fue mayor que la del derecho, y también ambos oídos alcanzaron un nivel de inhibición de intrusiones similar, pese a que la media del oído derecho fue aún más negativa que la

del izquierdo (es decir, el oído derecho presentó mayor inhibición de intrusiones que el izquierdo). En nuestros datos la media global resultó negativa, lo que indica que, en conjunto, resultó más importante (tuvo mayor peso específico) la inhibición de las intrusiones que el aumento de aciertos a la hora de explicar la modulación auditiva observada en las condiciones de atención forzada. Sin embargo, cuando analizamos el efecto principal de cada oído por separado, observamos que para el oído derecho la proporción de cambio resultó en un índice negativo, indicando que lo fundamental para este oído fue la inhibición de las intrusiones, mientras que para el izquierdo la proporción de cambio resultó en un índice positivo (diferencias significativas entre ambos oídos), indicando que para este oído lo fundamental fué el aumento de los aciertos.

Al considerar de manera general los tres tipos de tareas estudiadas, encontramos que la atención alternante produjo una inhibición de intrusiones global (índices negativos) significativamente mayor que la atención sostenida, mientras que, al analizar la atención alternante, no encontramos diferencias en función del aumento del intervalo temporal ofrecido para orientar la atención. Este dato podría indicar que el aumento del intervalo temporal, dentro de la atención alternante, no tuvo mayor efecto a la hora de orientar la atención, pero no debemos olvidar que este dato se desprendía del efecto **principal** de la variable **Tarea**, que **no** tenía en cuenta la dirección de la atención ni el oído, por lo tanto su importancia dentro del ANOVA global es relativa. De hecho, cuando estudiamos **por separado** los tres tipos de tareas en función de los oídos atendidos y los no atendidos (oído derecho e izquierdo unidos), sí encontramos un aumento significativo de los aciertos en función de cada una de las tres tareas, así como una disminución de las intrusiones también significativa, y también para los tres tipos de tarea, lo que indica que, en general, tanto desde la alternante a la sostenida, como al aplicar el intervalo temporal mayor frente al menor en la alternante, se obtuvo una mejor modulación de la atención, debido a un aumento de los aciertos y a una disminución de las intrusiones.

Cuando se comparó la proporción de cambio en los oídos atendidos por separado, se observó un aumento de aciertos significativamente mayor para el oído

izquierdo que para el derecho. Como avanzamos al inicio, Asbjørnsen y Hugdahl (1995) también encontraron una media de aciertos mayor para el oído izquierdo, pero en aquel estudio ésta no alcanzó significación estadística.

Por otro lado, al realizar la comparación de la proporción de cambio en los oídos no atendidos, observamos que ésta fue marginalmente significativa ( $p < .07$ ), estando las diferencias en función del tipo de tarea realizada, y obteniendo los siguientes resultados: **Primero**, al realizar la tarea de atención sostenida, el oído derecho sí presentó una inhibición de las intrusiones significativamente mayor que el izquierdo. Al realizar la tarea de atención alternante (y analizando ambos intervalos por separado), el oído derecho también obtuvo una inhibición de intrusiones ligeramente mayor que el izquierdo, pero sin significación estadística. **Segundo**, en el oído izquierdo la inhibición de intrusiones aumentó al pasar de la atención sostenida a la alternante, pero, dentro de ésta, la inhibición no aumentó más al ofrecer intervalos temporales mayores para orientar la atención. En el oído derecho sí encontramos una inhibición de las intrusiones mayor tanto al pasar de la atención sostenida a la alternante, así como también, dentro de ésta, el aumento del intervalo temporal conllevó una disminución de intrusiones significativamente mayor. Tomados estos resultados de manera global, apuntan a que la proporción de cambio en inhibición de intrusiones es mayor para el oído derecho que para el izquierdo. En el estudio de Abjornsen y Hugdahl (1995) se obtuvo también una mayor inhibición de intrusiones del oído derecho, sin significación estadística.

Estos datos indican que existe una proporción de cambio mayor con respecto a la línea base en la condición de atención forzada al oído izquierdo que en la de atención forzada al oído derecho, ya que se observa un mayor aumento de los aciertos del oído izquierdo, así como, en general, una mayor inhibición de las intrusiones del oído derecho.

## 8. DISCUSIÓN GENERAL

En este trabajo se pretendía estudiar la influencia de la atención forzada en la lateralización lingüística medida a través del test de la escucha dicótica (ED). Se incluyeron dos tipos de atención (sostenida versus alternante) con el ánimo de compararlas entre sí, y también se consideraron las diferencias individuales en la realización de la prueba, con referencia a las variables sexo y preferencia manual.

Se obtuvieron varios hallazgos de interés. El primero fue que la instrucción de atender a un oído u otro tuvo el efecto de modificar la ventaja del oído derecho obtenida por los sujetos en una línea base inicial. Así, al atender selectivamente al oído derecho los sujetos mostraron una mayor ventaja del oído derecho, y al atender selectivamente al oído izquierdo los sujetos obtuvieron una ventaja del oído izquierdo. Más interesante resultó que en subsiguientes análisis encontramos que ese cambio se debía tanto a una inhibición de las intrusiones del oído no atendido como a un aumento de los aciertos del oído atendido.

La comparación de ambas técnicas (la que manipuló la atención sostenida y la que manipuló la atención alternante) no ofreció resultados diferentes en esencia, es decir, ambas produjeron un aumento de los aciertos y una disminución de las intrusiones con respecto a la línea base. Esto sugiere que el mecanismo cognitivo implícito es el mismo para ambas tareas independientemente del tipo de atención manipulado. Lo que sí encontramos fue que la atención alternante produjo una modulación más eficaz que la sostenida, con más aciertos y menos intrusiones que en aquella, lo que indica que, en función del tipo de atención que utilice el sujeto, éste es capaz de operar mediante ese determinado mecanismo cognitivo con mayor habilidad. El lector recordará del apartado Material y Métodos que en este experimento los pases de atención forzada tenían el mismo número de ítems, pero que, cuando se demandaba atención sostenida, el sujeto estaba pendiente del mismo oído para todos los ítems, mientras que, cuando se manipulaba atención alternante, el sujeto recibía la mitad de ítems por cada oído de manera alterna y aleatoria. Esto implicó procesos cognitivos diferentes en cada tarea. En la atención sostenida el sujeto debía *vigilar* un oído e

ignorar el otro durante todo el test. En la atención alternante, el sujeto debía supervisar *ambos* oídos por un breve periodo de tiempo, exactamente hasta que apareciera la señal sonora que indicaba el oído al que debía atenderse (y que el sujeto nunca estaba seguro de en cual de los oídos sonaría); una vez aparecía la señal, el sujeto debía atender al oído indicado, e ignorar el otro. A primera vista, podría parecer la segunda tarea más difícil de realizar que la primera, y, sin embargo, resultó que la segunda se ejecutó de manera más correcta. A nosotros nos gustaría sugerir que quizás la explicación podría estar en que la atención alternante es similar a la situación en la que se encuentra el sistema atencional en la vida real. En nuestro mundo cotidiano los seres humanos estamos constantemente pendientes de todo un campo global de estímulos, hasta que algún evento cobra saliencia cognitiva y nos *llama la atención*, momento en el cual dirigimos el vector de atención selectiva hacia él. Normalmente esto ocurre en breves segundos, y, cuando debemos atender al mismo foco atencional durante un espacio temporal más prolongado, parece que se necesite progresivamente mayor esfuerzo (algo que subjetivamente todos hemos notado), mientras que nuestra atención parece que intenta escapar a nuestro control y centrarse en otro foco. En la medida en que esta situación pueda aplicarse al presente experimento, podría sugerirse que, en realidad, la realización de la tarea que manipuló atención sostenida resultó más difícil para los sujetos que la tarea que manipuló atención alternante, y de ahí que esta última conllevara mejores resultados.

Ya dentro de la propia atención alternante, se ofrecieron tres intervalos temporales sonido-ítem de amplitud progresiva (150, 450 y 750 ms). Se habían formulado dos hipótesis al respecto. Una, que cuanto mayor fuera el tiempo ofrecido para orientar la atención el sujeto obtendría más aciertos y menos intrusiones. Dos, que si, como Mondor y Bryden (1991) habían sugerido, existía un sesgo atencional hacia la derecha en diestros, entonces el aumento de aciertos afectaría sobre todo al oído izquierdo. Como ya se comentó, nuestros datos no apoyaron la hipótesis de Mondor y Bryden (1991); mientras que, con referencia a la primera hipótesis, lo que se observó fue que el paso de 150 a 450 ms sí resultó en aumento de aciertos e inhibición de intrusiones, pero de 450 a 750 ms no se obtuvieron efectos. De hecho, incluso pareció especialmente complicado el atender al oído derecho con el intervalo a 750 ms, puesto

que los aciertos disminuyeron y las intrusiones aumentaron. Como argumentamos en el párrafo anterior, en la medida en la que la atención alternante simule lo que ocurre en situación real, parece que 450 ms sería un intervalo temporal óptimo para que los recursos atencionales actúen, retirando el foco del estímulo no adecuado y enfocando al objetivo.

Otro aspecto de interés fue que la ventaja del oído derecho se mantuvo cuando comparamos los oídos atendidos entre sí (aciertos) y también cuando comparamos los oídos no atendidos entre sí (intrusiones). Esta superioridad del oído derecho indica que existen otros factores además de los atencionales en la realización del test de escucha dicótica. En la introducción teórica se expusieron los modelos explicativos de la ventaja del oído derecho propuestos por Doreen Kimura y Marcel Kinsbourne, llamados *estructural* y de *atención selectiva*, respectivamente. Cada uno de ellos, como se recordará, ponía el acento bien en los factores más fisiológicos (vías auditivas aferentes) o en procesos dinámicos cognitivos (activación-atención), existiendo datos tanto a favor como en contra de cada modelo. Hugdahl (1995, 2000) argumentó que ambos modelos son difíciles de diferenciar en términos de las predicciones que se derivan de ellos, y sugirió un modelo ecléctico en el que lo fundamental era precisamente la interacción de los factores estructurales con los atencionales. En este estudio se encontraron datos que se podrían explicar en el marco de esta última propuesta. Por una parte, y como ya se ha comentado, se encontró que la ventaja del oído derecho persistía incluso al controlar el factor referente a la atención selectiva, lo que implica a otras variables (¿estructurales?) implícitas en el proceso. Por otra, se encontró que, al analizar la proporción de cambio de los aciertos e intrusiones con respecto a la línea base, el oído izquierdo mostraba mayor aumento de los aciertos que el derecho, y el oído derecho mostraba mayor inhibición de las intrusiones que el izquierdo, dato que podría apoyar indirectamente la hipótesis atencional de Mondor y Bryden (1991). En cualquier caso, queremos recordar al lector que la atención forzada lo que manipula es la intención consciente del sujeto para modificar su foco atencional, lo cual no excluye que, en la escucha dicótica estándar, existan tanto variables estructurales como atencionales, entendiendo ahora el término como una distribución asimétrica de los recursos atencionales inconscientes o automáticos. Como hemos señalado, Hugdahl (1995, 2000) propuso un modelo basado

en la interacción de factores estructurales y atencionales, sin embargo, este autor no precisó de qué manera pueden combinarse esos dos factores para dar lugar a un resultado dado. Lo que pretendemos hacer a continuación es presentar una propuesta en ese sentido. Hemos recogido toda la información obtenida en esta Tesis, tanto en sus aspectos teóricos como de los resultados experimentales, y vamos a exponer un heurístico integrador. El lector debe notar que todo lo aventurado a continuación entra dentro del campo especulativo. Esta propuesta se formularía a partir de la base hipotética de que exista una asimetría lingüística que en la escucha dicótica estándar favorezca al oído derecho, y que, superpuesta, exista una asimetría en los recursos atencionales que *también* favorezca al oído derecho. Lo que el sujeto estaría haciendo en las condiciones de atención forzada es tratar de manipular conscientemente sus recursos atencionales para cambiar el resultado del test. Por otra parte, y ya que, en general, en el presente trabajo no se obtuvieron diferencias de actuación esenciales entre los grupos estudiados, el heurístico se podría aplicar en principio a hombres y mujeres, tanto diestros como zurdos, pero, eso sí, con la limitación de que se ha formulado partiendo de la base de que se obtiene una ventaja del oído derecho en escucha dicótica estándar, por lo que no sería apropiado para aquellos sujetos que obtienen ventaja del oído izquierdo en esa condición.

En la Figura 8 se representa de forma esquemática la propuesta. La figura de la parte superior ilustra lo que sucedería en la Escucha Dicótica de la línea base. Contamos con que existe un componente de asimetría lingüística debido a factores estructurales. En la gráfica está representado por números en gris. Se han colocado valores relativamente arbitrarios, aunque representativos en cierta medida para que se obtenga un índice de lateralización (IL) más o menos coherente con los datos observados en la literatura revisada. Así, el oído derecho obtendría un valor de 3 y el izquierdo de 2 ( $IL = 20$ ). Además, contamos con que existe un componente atencional superpuesto, representado por flechas rojas y azules. La literatura de la asimetría atencional señala que la postura más consensuada actualmente es la siguiente: el hemisferio izquierdo atiende al campo contralateral (flecha azul), y el hemisferio derecho atiende a ambos campos (flechas rojas), contando con más recursos atencionales que el izquierdo (2 rojo frente a 1 azul). Los valores asignados a los vectores son especulativos. En la escucha

dicótica estándar el resultado se debería a la suma de ambos factores, que daría un resultado de 6 para el oído derecho y 4 para el izquierdo (números en amarillo), diferencia que resulta de nuevo en un  $IL = 20$ .

Las gráficas inferiores ilustran lo que ocurriría en la atención forzada al oído izquierdo y al derecho, respectivamente. En ambas condiciones, se mantendría el mismo componente estructural de base (números en gris) con los mismos valores, y lo que se modificaría son los vectores atencionales.

En la Escucha Dicótica con atención forzada al oído izquierdo, el hemisferio derecho se encargaría de modular el vector ipsilateral, dirigiéndolo de manera contralateral al oído izquierdo, que aumentaría sus aciertos (6 rosa). Sin embargo, el hemisferio izquierdo no sería capaz de cambiar la orientación del vector, manteniéndose éste en el oído derecho (flecha azul). De cualquier forma, y dado que el vector rojo ya no estaría focalizado en este oído, las intrusiones del oído derecho disminuirían (4 verde claro). La diferencia entre ambos oídos daría una ventaja del oído izquierdo de  $IL = -20$ .

En la Escucha Dicótica con atención forzada al oído derecho, sería también el hemisferio derecho el encargado de modular el vector atencional, pero esta vez debería cambiar el vector contralateral (el del oído izquierdo) y dirigirlo al ipsilateral (al oído derecho). Aunque sería capaz de hacerlo, no podría hacerlo totalmente, de manera que permanecería cierta cantidad de atención en el oído contralateral (izquierdo) (flechas rojas discontinuas marcadas con el valor de 1 cada una). Por su parte el hemisferio izquierdo permanecería con el vector focalizado al contralateral (flecha azul), y esta vez estaría en la dirección correcta (al oído derecho). El resultado sería que los aciertos del oído derecho aumentarían (7 violeta) y las intrusiones del oído izquierdo disminuirían (3 verde oliva). La diferencia entre ambos oídos daría una ventaja del oído derecho de  $IL = 40$ .

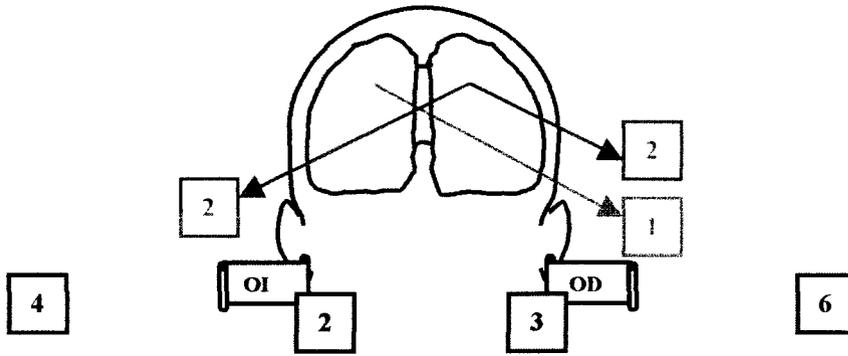
La comparación de los oídos atendidos entre sí (aciertos) daría como resultado un índice de aciertos mayor para el oído derecho que para el izquierdo (7 vs 6). Por su

parte, la comparación de ambos oídos no atendidos entre sí (intrusiones) daría como resultado también un índice de intrusiones más elevado para el oído derecho (4 vs 3).

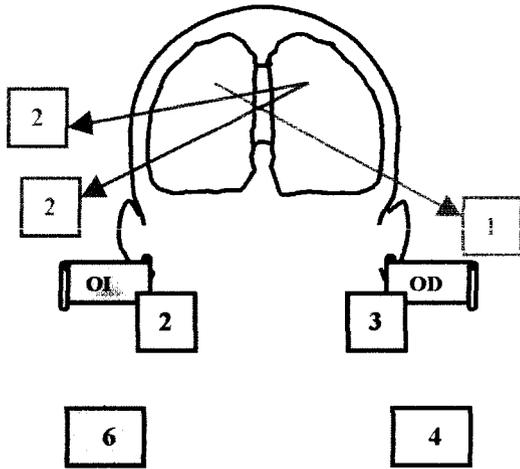
Finalmente, al aplicar las fórmulas expuestas en el Análisis IV a los valores obtenidos, calculamos la proporción de cambio en cada oído y en cada condición de atención forzada con respecto a la línea base. Las fórmulas se han aplicado sobre los valores arbitrarios asignados, con lo que los resultados son sólo orientativos. Observamos que el oído izquierdo presentaría mayor proporción de cambio que el derecho en cuanto a aumento de aciertos (20 vs 7.6) y que el oído derecho presentaría mayor proporción de cambio respecto al izquierdo en cuanto a inhibición de intrusiones (-20 vs -14).

En la exposición de este heurístico están implícitas dos premisas: 1) existe un sesgo atencional del hemisferio izquierdo hacia la derecha que la atención forzada no consigue superar, y 2) el hemisferio derecho tiene más dificultad a la hora de dirigir el vector atencional contralateral hacia el campo ipsilateral que a la hora de dirigir el vector atencional ipsilateral hacia el campo contralateral. Lo que quedaría por hacer es desarrollar hipótesis explicativas para probar estos supuestos.

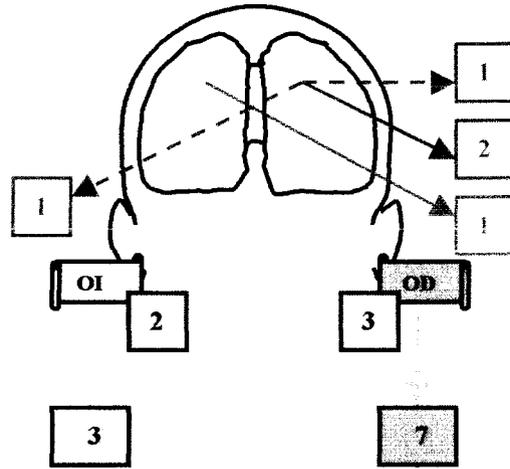
**ED LINEA BASE**



**ED AF-OI**



**ED AF-OD**



**...Y APLICANDO FÓRMULAS ANÁLISIS IV**

20

- 20

- 14

7.6

**Figura 8. Influencia de la atención en la Escucha Dicótica (ED): heurístico**

**Leyenda:** En la ED existe un componente estructural favoreciendo al OD (3 vs 2, gris) y un componente atencional (flechas rojas y azules). En la **ED línea base**, el hemisferio izquierdo atiende al campo contralateral (azul) y el hemisferio derecho atiende a ambos campos (rojo). El hemisferio derecho cuenta con más recursos atencionales (2 rojo vs 1 azul). La suma de los factores estructurales y atencionales produce una VOD (6 vs 4, amarillo). En la **ED con atención forzada (AF) al OI**, el hemisferio derecho modula el vector atencional ipsilateral y lo dirige hacia el OI (al contralateral). El OI obtiene un aumento de los aciertos (6, rosa) y el OD una inhibición de las intrusiones (4, verde claro). En la **ED con AF al OD**, el hemisferio derecho modula el vector atencional contralateral y lo dirige hacia el OD (al ipsilateral), pero no lo logra completamente (flechas rojas discontinuas representadas con un 1 cada una). Aún así, se obtiene un aumento de los aciertos del OD (7, violeta) y una disminución de las intrusiones del OI (3, verde oliva). En ambas condiciones el hemisferio izquierdo mantiene su sesgo atencional hacia la derecha (flecha azul). Comparando ambas condiciones de AF, el OD presenta más aciertos (7 vs 6) y más intrusiones (4 vs 3) que el OI. Al aplicar el Análisis IV (proporción de cambio con respecto a la línea base) encontramos que el OI presenta mayor cambio que el OD en cuanto a aumento de aciertos (20 vs 7.6) y el OD mayor proporción de cambio que el OI en cuanto a inhibición de intrusiones (-20 vs -14).

## 9. CONCLUSIONES

1. Con el test de Escucha Dicótica (ED) estándar los sujetos obtuvieron una ventaja del oído derecho (VOD) estadísticamente significativa. No existieron diferencias significativas en cuanto a la magnitud de la VOD en función del sexo o la preferencia manual del sujeto. En cuanto a la dirección de la ventaja auditiva, en los zurdos apareció una proporción mayor de sujetos con ventaja del oído izquierdo (VOI) que en los diestros.
2. En la condición de atención forzada al oído derecho, los sujetos mostraron una VOD de mayor magnitud que la VOD obtenida en la ED estándar (línea base). En la condición de atención forzada al oído izquierdo los sujetos modificaron su ventaja auditiva, mostrando una VOI significativa. Las diferencias individuales no afectaron al resultado, por lo que la hipótesis de una actuación diferente para los zurdos no obtuvo respaldo estadístico.
3. El oído derecho mostró un índice significativo mayor que el izquierdo, para todas las condiciones de atención forzada, tanto de aciertos como de intrusiones, y sin diferencias en cuanto al sexo o preferencia manual.
4. Los hombres cometieron más errores, entendidos éstos como la verbalización de una sílaba que no era ninguna del par dicótico, en la condición de atención forzada al oído izquierdo comparado con la condición de atención forzada al oído derecho. En las mujeres no se dio este sesgo.
5. Se produjo un aumento significativo de los aciertos (de ambos oídos atendidos) en las condiciones de atención forzada con respecto a la línea base. Asimismo, se produjo una disminución significativa de las intrusiones (de ambos oídos no atendidos) en las condiciones de atención forzada con respecto a la línea base, por lo que el efecto de modulación auditiva de la ventaja obtenida inicialmente se debió a ambos aspectos.

6. La técnica que manipulaba la atención alternante produjo un aumento significativo de los aciertos con respecto a la que manipulaba atención sostenida, así como una disminución significativa de las intrusiones.
7. Dentro de la atención alternante, se obtuvo un aumento de aciertos y disminución de intrusiones (ambos significativos) al pasar del intervalo temporal de 150 ms al de 450 ms. Entre 450 ms y 750 ms no se obtuvieron diferencias notables.
8. Al comparar los aciertos de ambos oídos entre sí se obtuvo una VOD. Al comparar las intrusiones de ambos oídos entre sí se obtuvo también una VOD. Ambas fueron estadísticamente significativas.
9. En la condición de atención forzada al oído izquierdo, las mujeres mostraron un índice más elevado de aciertos del oído izquierdo que los hombres y los zurdos una disminución mayor de las intrusiones del oído derecho que los diestros.
10. Al analizar la proporción de cambio en las condiciones de atención forzada con respecto a la línea base, encontramos que para el oído izquierdo la proporción de cambio fue significativamente mayor en cuanto a aciertos que para el derecho. Por su parte, para el oído derecho la proporción de cambio fue mayor en cuanto a inhibición de intrusiones que para el izquierdo, siendo marginalmente significativa.

## 10. REFERENCIAS

- Aboitiz, F., Scheibel, A. B., & Zaidel, E. (1992). Morphometry of the Sylvian fissure and the corpus callosum, with emphasis on sex differences. Brain, 1521-1541.
- Ahonniska, J., Cantell, M., Tolvanen, A., & Lytinen, H. (1993). Speech perception and brain laterality: the effect of ear advantage on auditory event-related potentials. Brain and Language, 45, 127-146.
- Alden, J. D., Harrison, D. W., Snyder, K. A., & Everhart, E. (1997). Age differences in intention to left and right hemispace using a dichotic listening paradigm. Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology, 10 (4), 239-242.
- Alexander, M. P., & Warren, R. L. (1988). Localization of callosal auditory pathways: A CT case study. Neurology, 38, 802-804.
- Allen, L. S., Richey, M. F., Chai, Y. M., & Gorski, R. A. (1991). Sex differences in the corpus callosum of the living human being. Journal of Neuroscience, 11, 933-942.
- Altemus, M., Wexler, B. E., & Boulis, N. (1989). Changes in perceptual asymmetry with the menstrual cycle. Neuropsychologia, 27 (2), 233-240.
- Andersson, B., & Hugdahl, K. (1987). Effects of sex, age, and forced attention on dichotic listening in children: A longitudinal study. Developmental Neuropsychology, 3, 191-206.
- Annet, M. (1964). A model of the inheritance of handedness and cerebral dominance. Nature, 204, 59-60.
- Arboix, A., Junqué, C., Vendrell, P., & Martí-Vilalta, J. L., (1988). Extinció auditiva en la patologia vascular cerebral. Estudio prospectivo de 105 casos. Neurología, 3 (3), 89-96.
- Arboix, A., Junqué, C., Vendrell, P., & Martí-Vilalta, J. L., (1990). Auditory ear extinction in lacunar syndromes. Acta Neurologica Scandinavica, 81, 507-511.
- Asbjörnsen, A. E., & Bryden, M. P. (1996). Biased attention and the fused dichotic words test. Neuropsychologia, 34 (5), 407-411.
- Asbjörnsen, A. E., & Bryden, M. P. (1998). Auditory attentional shifts in reading-disabled students: Quantification of attentional effectiveness by the Attentional Shift Index. Neuropsychologia, 36 (2), 143-148.
- Asbjörnsen, A. E., & Hugdahl, K. (1995). Attentional effects in dichotic listening. Brain and Language, 49, 189-201.

- Asbjörnsen, A., Hugdahl, K., & Hynd, G. W. (1990). The effects of head and eye turns on the right ear advantage in dichotic listening. Brain and Language, 39, 447-458.
- Bakan, P. (1969). Hypnotizability, laterality of eye movement, and functional brain asymmetry. Perceptual and Motor Skills, 28, 927-932.
- Bakan, P. (1971). Handedness and birth order. Nature, 229, 195.
- Banich, M. T. (1998). The missing link: The role of interhemispheric processing interaction in attentional processing. Brain and Cognition, 36, 128-157.
- Barkhof, F., Elton, M., Lindeboom, J., Tas, M. W., Schmidt, W. F., Hommes, O. R., Polman, C. H., Kok, A., & Valk, J. (1998). Functional correlates of callosal atrophy in relapsing-remitting multiple sclerosis patients. A preliminary MRI study. Journal of Neurology, 245, 153-158.
- Barroso, J. (1994). Especialización hemisférica. En C. Junqué y J. Barroso (Eds.), Neuropsicología (pp.135-201). Madrid: Síntesis.
- Barroso, J., & Nieto, A. (1996). Asimetría cerebral: Hemisferio derecho y lenguaje. Psicología conductual, 4 (3), 285-306.
- Basso, A., Farabola, M., Grassi, M. P., Laiacona, M., & Zanobia, M. E. (1990). Comparison of aphasia profiles and language recovery in non-right-handed and matched right-handed patients. Brain and Language, 38, 233-252.
- Beaton, A. A. (1997). The relation of planum temporale asymmetry and morphology of the corpus callosum to handedness, gender, and dyslexia: A review of the evidence. Brain and Language, 60, 255-322.
- Beaton, A., Hugdahl, K., & Ray, P. (2000). Lateral asymmetries in aging: A review and some data. En M. Mandal y G. Tiwari (Eds.), Side-bias: A neuropsychological perspective. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Beaumont, J. G., Young, A. W., & McManus, I. C. (1984). Hemisphericity: A critical review. Neuropsychology, 1, 191-212.
- Bertelson, P. (1982). Lateral differences in normal man and lateralization of brain function. International Journal of Psychology, 17, 173-210.
- Best, C. T., & Avery, R. A. (1999). Left-hemisphere advantage for click consonants is determined by linguistic significance and experience. Psychological Science, 10 (1), 65-70.
- Bloch, M. I., & Hellige, J. B. (1989). Stimulus intensity, attentional instructions, and the ear advantage during dichotic listening. Brain and Cognition, 9, 136-148.

- Boles, D. B., & Pasquarette, S. J. (1996). Correlated auditory asymmetries in lexical and nonlexical tasks. Cortex, 32, 537-545.
- Borod, J. C., Carper, J. M., & Naeser, M. (1990). Long-term language recovery in left-handed aphasic patients. Aphasiology, 4, 561-572.
- Bottini, G., Corcoran, R., Sterzi, R., Paulesu, E., Schenone, P., Scarpa, P., Frackowiak, R. S. J., & Frith, C. D. (1994). The role of the right hemisphere in the interpretation of figurative aspects of language. A positron emission tomography activation study. Brain, 117, 1241-1253.
- Bradshaw, J. L. (1991). Animal asymmetry and human heredity: dextrality, tool use and language in evolution - 10 years after Walker (1980). British Journal of Psychology, 82, 39-59.
- Bradshaw, J. L., Burden, V., & Nettleton, N. C. (1986). Dichotic and dichaptic techniques. Neuropsychologia, 24 (1), 79-90.
- Bradshaw, J. L., Farrelly, J., & Taylor, M. J. (1981). Synonym and antonym pairs in the detection of dichotically and monoaurally presented targets: Competing monoaural stimulation can generate a substantial right ear advantage. Acta Psychologica, 47, 189-205.
- Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C. (1988). Monoaural asymmetries. En K. Hugdahl (Ed.), Handbook of dichotic listening: Theory, methods and research (pp. 45-69). Chichester: John Wiley & Sons.
- Broadbent, D. E. (1952 a). Failures of attention in selective listening. Journal of Experimental Psychology, 44, 428-433.
- Broadbent, D. E. (1952 b). Listening to one of two synchronous messages. Journal of Experimental Psychology, 44, 51-55.
- Broadbent, D. E. (1952 c). Speaking and listening simultaneously. Journal of Experimental Psychology, 43, 267-273.
- Broadbent, D. E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. Journal of Experimental Psychology, 47, 191-196.
- Broadbent, D. E. (1958). Perception and Communication. London: Pergamon.
- Broca, P. P. (1861). Remarques sur le siegé de la faculté du langage articulé, suivies d'une observation d'aphemie. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 16, 359-360.
- Bryden, M. P. (1962). Order of report in dichotic listening. Canadian Journal of Psychology, 16, 291-299.

- Bryden, M. P. (1963). Ear preference in auditory perception. Journal of Experimental Psychology, 65, 103-105.
- Bryden, M. P. (1964). The manipulation of strategies of report in dichotic listening. Canadian Journal of Psychology, 18, 126-138.
- Bryden, M. P. (1978). Strategy effects in the assessment of hemisphere asymmetry. En G. Underwood (Ed.), Strategies of information processing. London: Academic Press.
- Bryden, M. P. (1982). Laterality: Functional asymmetry in the intact brain. New York: Academic Press.
- Bryden, M. P. (1988). An overview of the dichotic listening procedure and its relation to cerebral organization. En K. Hugdahl (Ed.), Handbook of dichotic listening: Theory, methods and research (pp. 1-43). Chichester: John Wiley & Sons.
- Bryden, M. P., Munhall, K., & Allard, F. (1983). Attentional biases and the right ear effect in dichotic listening. Brain and Language, 18, 236-248.
- Bryden, M. P., & MacRae, L. (1988). Dichotic laterality effects obtained with emotional words. Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology, 1, 171-176.
- Bryden, M. P., & Murray, J. E. (1985). Toward a model of dichotic listening performance. Brain and Cognition, 4, 241-257.
- Bryden, M. P., & Sprott, D. A. (1981). Statistical determination of degree of laterality. Neuropsychologia, 19 (4), 571-581.
- Buchanan, T. W., Lutz, K., Mirzazade, S., Specht, K., Shah, N. J., Zilles, K., & Jäncke, L. (2000). Recognition of emotional prosody and verbal components of spoken language: An fMRI study. Cognitive Brain Research, 9, 227-238.
- Buckner, R. L., Raichle, M. E., & Petersen, S. E. (1995). Dissociation of human prefrontal cortical areas across different speech production tasks and gender groups. Journal of Neurophysiology, 74, 2163-2173.
- Bulman-Fleming, M. B., & Bryden, M. P. (1994). Simultaneous verbal and affective laterality effects. Neuropsychologia, 32, 787-797.
- Butler, S. (1984). Sex differences in human cerebral function. Prog. Brain. Research, 61, 443-455.
- Byne, W., Bleier, R., & Houston, L. (1988). Variations in human corpus callosum do not predict gender: A study using magnetic resonance imaging. Behavioral Neuroscience, 102, 222-227.
- Carlson, N. R. (1999). Fisiología de la conducta. Barcelona: Ariel

- Caroselli, J. S., Hiscock, M., & Roebuck, T. (1997). Asymmetric interference between concurrent tasks: An evaluation of competing explanatory models. Neuropsychologia, 35 (4), 457-469.
- Carter, R. L., Hohenegger, M., & Satz, P. (1980). Handedness and aphasia. An inferential method for determining the mode of cerebral speech lateralization. Neuropsychologia, 18, 569-574.
- Castresana, A., Pery, J. M., & Dellatollas, G. (1989). Estudio sobre la preferencia manual en la población española, medida por cuestionario. Archivos de Neurobiología, 52 (3), 119-133.
- Celesia, G. G. (1976). Organization of auditory cortical areas in man. Brain, 99, 403-414.
- Chiarello, C. (1980). A house divided? Cognitive functioning with callosal agenesis. Brain and Language, 11, 128-158.
- Clarke, J. M., David, A. S., & Zaidel, E. (1993). Dichotic listening performance during selective attention in commissurotomy and hemispherectomy patients. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 15, 36-37.
- Clarke, J. M., Lufkin, R. B., & Zaidel, E. (1993). Corpus callosum morphometry and dichotic listening performance: Individual differences in functional interhemispheric inhibition?. Neuropsychologia, 31 (6), 547-557.
- Clarke, J. M., McCann, C. M., & Zaidel, E. (1998). The corpus callosum and language. Anatomical-behavioral relationships. En M. Beeman y C. Chiarello (Eds), Right hemisphere language comprehension. Perspectives from cognitive neuroscience, (pp. 27-50). New Jersey: LEA
- Clarke, J. M., & Zaidel, E. (1994). Anatomical-behavioral relationships: Corpus callosum morphometry and hemispheric specialization. Behavioural Brain Research, 64, 185-202.
- Claus, J. J., & Mohr, E. (1996). Attentional deficits in Alzheimer's, Parkinson's, and Huntington's diseases. Acta Neurologica Scandinavica, 93, 346-351.
- Conti, F., & Manzoni, T. (1994). The neurotransmitters and postsynaptic actions of callosally projecting neurons. Behavioral Brain Research, 64, 37-53.
- Corbetta, M., Miezin, F. M., Shulman, G. L., & Petersen, S. E. (1993). A PET study of visuospatial attention. Journal of Neuroscience, 13, 1202-1226.
- Coull, J. T. (1998). Neural correlates of attention and arousal: Insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. Progress in Neurobiology, 55, 343-361.

- Coull, J. T., & Nobre, A. C. (1998). Where and when to pay attention: The neural systems for directing attention to spatial locations and to time intervals as revealed by both PET and fMRI. The Journal of Neuroscience, 18 (18), 7426-7435.
- Cowell, P. E., Allen, L. S., Zalatimo, N. S., & Denenberg, V. H. (1992). A developmental study of sex and age interactions in the human corpus callosum. Developmental Brain Research, 66, 187-192.
- Damasio, A., & Damasio, H. (1992). El cerebro y el lenguaje. Investigación y Ciencia, 194, 59-66.
- Darwin, C. J. (1971). Ear differences in the recall of fricatives and vowels. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 23, 46-62.
- Davidson, R. J., & Hugdahl, K. (1996). Baseline asymmetries in brain electrical activity predict dichotic listening performance. Neuropsychology, 10 (2), 241-246.
- Dawe, S., & Corballis, M. C. (1986). The influence of gender, handedness and head-turn on auditory asymmetries. Neuropsychologia, 24 (6), 857-862.
- Dax, M. (1865). Lesions de la moitié gauche de l'encephale coincident avec l'oubli des signes de la pensée (comunicación presentada a la Sociedad Médica Francesa en 1836) Gazette Hebdomadaire, 2, 259-260.
- Dean, R. S., & Hua, M. S. (1982). Laterality effects in cued auditory asymmetries. Neuropsychologia, 20 (6), 685-690.
- Dellatollas, G., De Agostini, M., Jallon, P., Poncet, M., Rey, M., & Lellouch, J. (1988). Measure de la préférence manuelle par autoquestionnaire dans la population française adulte. Revue de Psychologie Appliquée, 38 (2), 117-136.
- Egeth, H. E. (1992). Dichotic Listening: Long-lived echoes of Broadbent's early studies. Journal of Experimental Psychology: General, 121 (2), 124.
- Ehrlichman, H., & Weinberger, A. (1979). Lateral eye movements and hemispheric asymmetry: A critical review. Psychological Bulletin, 85, 1080-1101.
- Escera, C. (1996). El sistema atencional humano: Estudio con potenciales evocados. Cognitiva, 8 (2), 169-201.
- Fernandes, M. A., & Smith, M. L. (2000). Comparing the Fused Dichotic Words Test and the Intracarotid Amobarbital Procedure in children with epilepsy. Neuropsychologia, 38, 1216-1228.
- Frost, J. A., Binder, J. R., Springer, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S. F., Rao, S. M., & Cox, R. W. (1999). Lenguaje processing is strongly left lateralized in both sexes. Evidence from functional MRI. Brain, 122, 199-208.

- Gadea, M., Espert, R., & Chirivella, J. (1997). Dichotic listening: Elimination of the right ear advantage under a dual task procedure. Applied Neuropsychology, 4 (3), 171-175.
- Gadea, M., Gomez, C., & Espert, R. (2000). Test-retest performance for the consonant-vowel dichotic listening test with and without attentional manipulations. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 22 (6), 793-803.
- Galin, D., & Ornstein, R. (1974). Individual differences in cognitive style: I: reflexive eye movements. Neuropsychologia, 12, 367-376.
- Gannon, P. J., Holloway, R. L., Broadfield, D. C., & Braun, A. R. (1998). Asymmetry of chimpanzee planum temporale: Human-like brain pattern of Wernicke's area homologous. Science, 279, 220-221.
- Gazzaniga, M. S. (1983). Right hemisphere language following brain bisection. A 20-year perspective. American Psychologist, May, 525-537.
- Gazzaniga, M. S. (1995). Principles of human brain organization derived from split-brain studies. Neuron, 14, 217-228.
- Geffen, G., & Caudrey, D. (1981). Reliability and validity of the dichotic monitoring test for speech laterality. Neuropsychologia, 19, 413-424.
- Geffen, G., & Quinn, K. (1984). Hemispheric specialization and ear advantages in processing speech. Psychological Bulletin, 96 (2), 273-291.
- Geffen, G., & Traub, E. (1979). Preferred hand and familial sinistrality in dichotic monitoring. Neuropsychologia, 17, 527-531.
- Geschwind, N. (1972). Aphasia. The New England Journal of Medicine, 12, 654-656.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. M., (1985). Cerebral lateralization- Biological mechanisms, associations, and pathology: I. A hypothesis and a program for research. Archives of Neurology, 42, 428-459.
- Geschwind, N., & Levitsky, W. (1968). Human brain: Left-right asymmetries in the temporal speech region. Science, 161, 186-187
- Gilbert, A. N., & Wisocki, C. J. (1992). Hand preference and age in the United States. Neuropsychologia, 30, 601-608.
- Goldberg, M. E., & Robinson, D. C. (1977). Visual responses of neurons in monkey inferior parietal lobule. The physiological substrate of attention and neglect. Neurology, 27, 350.
- Goldstein, L., & Lackner, J. (1974). Sideways look at dichotic listening. Journal of the Acoustical Society of America, 55, S10.

Goodglas, H., & Calderon, M. (1977). Parallel processing of verbal and musical stimuli in right and left hemispheres. Neuropsychologia, 15, 397-407.

Green, M. F., Hugdahl, K., & Mitchel, S. (1994). Dichotic listening during auditory hallucination in schizophrenia. American Journal of Psychiatry, 151, 357-362.

Griffiths, P., & Woodman, C. (1985). Conjugate lateral eye movements and cognitive mode: Blindness as a control for visually-induced oculomotor effects. Neuropsychologia, 23, 257-262.

Habib, M., Gayraud, D., Oliva, A., Regis, J., Salamon, G., & Khalil, R. (1991). Effects of handedness and sex on the morphology of the corpus callosum: A study with brain magnetic resonance imaging. Brain and Cognition, 16, 41-61.

Haggard, M. P. (1971). Encoding and the REA for speech signals. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 23, 34-35.

Hällgren, M., Johansson, M., Larsby, B., & Arlinger, S. (1998). Dichotic speech tests. Scandinavian Audiology, 27 (49), 35-39.

Halpern, D.F. (1992). Sex differences in cognitive abilities. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum.

Harrington, A. (1995). Unfinished business: Models of laterality in the nineteenth century. En R. J. Davidson y K. Hugdahl (Eds.), Brain asymmetry (pp. 3-28). Cambridge, MA: MIT Press.

Harris, J. (1994). Brain Lesions, central masking and dichotic speech perception. Brain and Language, 46, 96-108.

Hashimoto, R., Homae, F., Nakajima, K., Miyashita, Y., & Sakai, L. (2000). Functional differentiation in the human auditory and language areas revealed by a dichotic listening task. Neuroimage, 12, 147-158.

Hayden, M. E., Kirstein, E., & Singh, S. (1979). Role of the distinctive features in dichotic perception of 21 English consonants. Journal of the Acoustical Society of America, 65, 1039-1046.

Heilman, K. M. (1995). Attentional asymmetries. En R. J. Davidson y K. Hugdahl (Eds.), Brain asymmetry (pp. 217-234). Cambridge, MA: MIT Press.

Hellige, J. B. (1990). Hemispheric asymmetry. Annual Reviews of Psychology, 41, 55-80.

Hellige, J. B., Cox, P. J., & Litvac, L. (1979). Information processing in the cerebral hemispheres: Selective hemisphere activation and capacity limitations. Journal of Experimental Psychology: General, 108, 251-279.

Hellige, J.B., & Cox, P.J. (1976). Effects of concurrent verbal memory on recognition of stimuli from the left and right visual fields. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2, 210-221.

Hellige, J.B., & Wong, T.M. (1986). Hemispheric-specific interference in dichotic listening: Task variables and individual differences. Journal of Experimental Psychology: General, 112 (2), 218-239.

Henry, R. G. J. (1983). Monoaural studies eliciting a hemispheric asymmetry: A bibliography II. Perceptual and Motor Skills, 56, 915-918.

Hines, M., Chiu, L., McAdams, L. A., Bentler, P. M., & Lipcamon, J. (1992). Cognition and the corpus callosum: verbal fluency, visuospatial ability, and language lateralization related to midsagittal surface areas of callosal subregions. Behavioral Neuroscience, 106, 3-14.

Hiscock, M., Hampson, E., Wong, S. C. P., & Kinsbourne, M. (1985). Effects of eye movements on the recognition and localization of dichotic stimuli. Brain and Cognition, 4, 150-155.

Hiscock, M., Inch, R., Jacek, C., Hiscock-Kalil, C., & Kalil, K. M. (1994). Is there a sex difference in human laterality? I. An exhaustive survey of auditory laterality studies from six neuropsychology journals. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 16 (3), 423-435.

Hugdahl, K. (1995). Dichotic listening: Probing temporal lobe functional integrity. En R. J. Davidson y K. Hugdahl (Eds.), Brain asymmetry (pp. 123-156). Cambridge, MA: MIT Press.

Hugdahl, K. (1996). Brain laterality- Beyond the basics. European Psychologist, 1 (3), 206-220.

Hugdahl, K. (2000). Lateralization of cognitive processes in the brain. Acta Psychologica, 105, 211-235.

Hugdahl, K., Bronnick, K., Kyllingsbaek, S., Law, I., Gade, A., & Paulson, O. B. (1999). Brain activation during dichotic presentations of consonant-vowel and musical instrument stimuli: a <sup>15</sup>O-PET study. Neuropsychologia, 37, 431-440.

Hugdahl, K., Carlsson, G., Uvebrant, P., Astri, J., & Lundervold, A. J. (1997). Dichotic-Listening performance and intracarotid injections of Amobarbital in children and adolescents. Preoperative and postoperative comparisons. Archives of Neurology, 54, 1494-1500.

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, 223-231.

- Hugdahl, K., Law, I., Kyllingsbaek, S., Bronnick, K., Gade, A., & Paulson, O.B. (2000). Effects of attention on dichotic listening: An <sup>15</sup>O-PET study. Human Brain Mapping, 10, 87-97.
- Hugdahl, K., & Andersson, L. (1986). The “forced-attention paradigm” in dichotic listening to CV-syllables: A comparison between adults and children. Cortex, 22, 417-432.
- Hugdahl, K., & Hammar, A. (1997). Test-Retest reliability for the consonant-vowel syllables dichotic listening paradigm. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 19 (5), 667-675.
- Hugdahl, K., & Wester, K. (2000). Neurocognitive correlates of stereotactic thalamotomy and thalamic stimulation in parkinsonian patients. Brain and Cognition, 42, 231-252.
- Hugdahl, K., Wester, K., & Asbjørnsen, A. (1990). The role of the left and right thalamus in language asymmetry: Dichotic listening in Parkinson patients undergoing stereotactic thalamotomy. Brain and Language, 39, 1-13.
- Hutsler, J. J., Loftus, W. C., & Gazzaniga, M. S. (1998). Individual variation of cortical surface area asymmetries. Cerebral Cortex, 8 (1), 11-17.
- Hynd, G.W., Snow, J., & Willis, G. (1986). Visual-spatial orientation, gaze direction and dichotic listening asymmetries. Cortex, 22, 313-317.
- Innocenti, G. M. (1986). Cerebral organization of callosal connections in the cerebral cortex. En E. G. Jones y A. Peters (Eds.), Cerebral cortex: Vol. 5. Sensory-motor areas and aspects of cortical connectivity (pp. 291-354). New York: Plenum.
- Jäncke, L. (1993). Do ear advantage scores obtained in a consonant-vowel recall test vary with respect to the required response condition?. Neuropsychologia, 31 (5), 499-501.
- Jäncke, L. (1994). Hemisphere priming affects right-ear advantage in dichotic listening. International Journal of Neuroscience, 74, 71-77.
- Jäncke, L., Mirzazade, S., & Shah, N. J. (1999). Attention modulates activity in the primary and the secondary auditory cortex: A functional magnetic resonance imaging study in human subjects. Neuroscience Letters, 266, 125-128.
- Jäncke, L., Staiger, J. F., Schlaug, G., Huang, Y., & Steinmetz, H. (1997). The relationship between corpus callosum size and forebrain volume. Cerebral Cortex, 7, 48-56.
- Jäncke, L., Steinmetz, H., & Volkman, J. (1992). Dichotic listening: What does it measure?. Neuropsychologia, 30 (11), 941-950.

- Jäncke, L., & Steinmetz, H. (1993). Auditory lateralization and planum temporale asymmetry. Neuroreport, 5, 169-172.
- Johnston, W. A., & Heinz, S. P. (1978). Flexibility and capacity demands of attention. Journal of Experimental Psychology. General, 107 (4), 420-435.
- Junqué, C. (1994). Métodos de la neuropsicología humana. En C. Junqué y J. Barroso (Eds.), Neuropsicología (pp. 17-69). Madrid: Síntesis.
- Junqué, C., Vendrell, P., Parés, P., & Molet, J. (1991). Reversible left ear extinction in hidrocephalus: Possible value of dichotic listening test for diagnosis. International Journal of Clinical Neuropsychology, XIII (1-2), 1-5.
- Kaas, J. H., Hackett, T. A., & Tramo, M. J. (1999). Auditory processing in primate cerebral cortex. Current Opinion in Neurobiology, 9, 164-170.
- Kane, N. M., Curry, S. H., Butler, S.R., & Cummings, B. H. (1993). Electrophysiological indicatives of awakening from coma. Lancet, 341, 13.
- Kang, Y., & Harris, L. (1993). Social-cultural influences on handedness: A corss-cultural study of Koreans and Americans. Paper presented at the TENNET (Theoretical and Experimental Neuropsychology) Meeting. Montreal, May, 1993.
- Kertesz, A. (1982). Sex distribution in aphasia. Behavioral Brain Sciences, 5, 310.
- Kertesz, A., Polk, M., Howell, J., & Black, S. E. (1987). Cerebral dominance, sex, and callosal size in MRI. Neurology, 37, 1385-1388.
- Kertesz, A., & Benke, T. (1989). Sex equality in intrahemispheric language organization. Brain and Language, 37, 401-408.
- Kertesz, A., & Sheppard, A. (1981). The epidemiology of aphasic and cognitive impairment in stroke: Age, sex, aphasia type and laterality differences. Brain, 104, 117-128.
- Kim, H. (1994). Distributions of hemispheric asymmetry in left-handers and right handers: Data from perceptual asymmetry studies. Neuropsychology, 8 (2), 148-159.
- Kimura, D. (1961 a). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canadian Journal of Psychology, 15, 166-171.
- Kimura, D. (1961 b). Some effects of temporal lobe damage on auditory perception. Canadian journal of Psychology, 15, 156-165.
- Kimura, D. (1963). Speech lateralization in young children as determined by an auditory test. Journal of Comparative and Psychological Psychology, 56, 899-902.

- Kimura, D. (1964). Left-right differences in the perception of melodies. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 16, 355-358.
- Kimura, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. Cortex, 3, 163-168.
- Kimura, D. (1983). Sex differences in cerebral organization for speech and praxic functions. Canadian Journal of Psychology, 37, 19-35.
- Kimura, D. (1987). Are men's and women brains really different?. Canadian Psychologist, 28, 133-147.
- Kinsbourne, M. (1970). The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. Acta Psychologica, 33, 193-201.
- Kinsbourne, M. (1972). Eye and head turning indicates cerebral lateralization. Science, 176, 539-541.
- Kinsbourne, M. (1973). The control of attention by interaction between the cerebral hemispheres. En S. Kornblum (Ed.), Attention and performance IV (pp. 239-256). New York: Academic Press
- Kinsbourne, M. (1975). The mechanisms of hemispheric control of the lateral gradient of attention. En P.M.A. Rabbit & S. Dornic (Eds.), Attention and performance V (pp.87-97). New York: Academic Press.
- Kinsbourne, M. (1993). Orientational bias model of unilateral neglect: Evidence from attentional gradients within hemispace. En I. H. Robertson & J. C. Marshall (Eds.), Unilateral neglect: Clinical and experimental studies, (pp. 63-86). UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kinsbourne, M., & Bird, M. (1985). Word load and visual hemifield shape recognition: Priming and interference effects. En M. I. Posner & O. S. M. Marin (eds.), Mechanisms of attention: Attention and performance XI, (pp. 239-256). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Kinsbourne, M., & Hicks, R. (1978). Functional cerebral space: a model for overflow, transfer and interference effects in human performance. En J. Requin (Ed.), Attention and performance VII (pp. 345-362), Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Kuhn, G. (1973). The phi-coefficient as an index of ear differences in dichotic listening. Cortex, 9, 447-457.
- Kulynych, J. J., Vldar, K., Jones, D. W., & Weinberger, D. R. (1994). Gender differences in the normal lateralization of the supratemporal cortex: MRI surface-rendering morphometry of Heschl's gyrus and the planum temporale. Cerebral Cortex, 4, 107-108.

Lansdell, H. (1962). A sex difference in effect of temporal-lobe neurosurgery on design preference. Nature, 194, 852-854.

Lansdell, H., & Urbach, N. (1965). Sex differences in personality measures related to size and side of temporal lobe ablations. Proceedings of the American Psychology Association, 73, 113-114.

Lassonde, M., Bryden, M. P., & Demers, P. (1990). The corpus callosum and cerebral speech lateralization. Brain and Language, 38, 195-296.

Lefevre, E., Starck, R., Lambert, W. E., & Genesse, F. (1977). Lateral eye movements during verbal and nonverbal dichotic listening. Perceptual and Motor Skills, 44, 1115-1122.

Levy, J., & Nagylaki, T. (1972). A model for the genetics of the hand. Genetics, 72, 117-128.

Ley, R. G., & Bryden, M. P. (1982). A dissociation of right and left hemisphere effects for recognizing emotional tone and verbal content. Brain and Cognition, 1, 3-9.

Loberg, E. M., Hugdahl, K., & Green, M. F. (1999). Hemispheric asymmetry in schizophrenia: A "dual deficits" model. Biological Psychiatry, 45, 76-81.

Loring, D. W., Meador, K., Lee, G., Murro, A., Smith, J., Flanigin, H., Gallagher, B., & King, D. (1990). Cerebral language lateralization: Evidence from intracarotid amobarbitol testing. Neuropsychologia, 28, 831-838.

Luria, A. R. (1970). Traumatic aphasia. The Hague: Mouton.

Mäkelä, J. P., Ahonen, A., Hamalainen, M., Hari, R., Ilmoniemi, R., Kajola, M., Knuutila, J., Lounasmaa, O. V., McEvoy, L., & Salmelin, R. (1993). Functional differences between auditory cortices of the two hemispheres revealed by whole-head neuromagnetic recordings. Human Brain Mapping, 1, 48-56.

Marshall, J. C., Caplan, D., & Holmes, J. M. (1975). The measure of laterality. Neuropsychologia, 13, 315-322.

Martinez, J. A., & Sanchez, E. (1999). Dichotic listening CV lateralization and developmental dyslexia. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 21 (4), 519-534.

Mathiak, K., Hertrich, I., Lutzenberger, L., & Ackermann, H. (2000). Encoding of temporal speech features (formant transients) during binaural and dichotic stimulus application: A whole-head magnetencephalography study. Cognitive Brain Research, 10, 125-131.

Mazoyer, B., & Belliveau, J. W. (1996). Los nuevos progresos de la imaginaria. Mundo Científico, 172, 816-823.

- McGlone, J. (1977). Sex differences in the cerebral organization of verbal functions in patients with unilateral brain lesions. Brain, 100, 775-793.
- McGlone, J. (1978). Sex differences in functional brain asymmetry. Cortex, 14, 122-128.
- McGlone, J. (1980). Sex differences in human brain asymmetry: A critical survey. Behavioral Brain Sciences, 3, 215-227.
- McKeever, W. F., Nolan, D. R., Diehl, J. A., & Steiz, K. S. (1984). Handedness and language laterality: Discrimination of handedness groups on the dichotic consonant-vowel task. Cortex, 20, 509-523.
- Mead, L. A., & Hampson, E. (1996). Asymmetric effects of ovarian hormones on hemispheric activity: Evidence from dichotic and tachistoscopic tests. Neuropsychology, 10 (4), 578-587.
- Mesulam, M. -M. (1985). Attention, confusional states and neglect. En M. -M. Mesulam (Ed.), Principles of behavioral neurology (pp. 125-168). Philadelphia: F.A. Davis.
- Mesulam, M. -M. (1990). Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. Annals of Neurology, 28, 597-613.
- Mesulam, M. -M. (1999). Spatial attention and neglect: Parietal, frontal and cingulate contributions to the mental representation and attentional targeting of salient extrapersonal events. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, 354, 1325-1346.
- Milner, B., Taylor, L., & Sperry, R. W. (1968). Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. Science, 161, 184-186.
- Mondor, T. A. (1994). Interaction between handedness and the attentional bias tests of dichotic listening performance. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 16 (3), 377-385.
- Mondor, T. A., & Bryden, M. P. (1991). The influence of attention on the dichotic REA. Neuropsychologia, 29 (12), 1179-1190.
- Mondor, T. A., & Bryden, M. P. (1992 b). Orienting of auditory spatial attention: Effects of a lateralized tone cue. Neuropsychologia, 30 (8), 743-752.
- Mondor, T. A., & Bryden, M. P. (1992 a). On the relation between auditory spatial attention and auditory perceptual asymmetries. Perception and Psychophysics, 52 (4), 393-402.

- Morais, J. (1978). Spatial constraints on attention to speech. En J. Requin (ed.), Attention and performance VII (pp. 245-260). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Morais, J., & Bertelson, P. (1973). Laterality effects in dichotic listening. Perception, 2, 107-111.
- Morais, J., & Bertelson, P. (1975). Spatial position versus ear of entry as a determinant of the auditory laterality effect: A stereophonic test. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 104, 253-262.
- Morais, J., & Landercy, M. (1977). Listening to speech while retaining music: What happens to the right ear advantage?. Brain and Language, 4, 295-308.
- Moray, N. (1960). Broadbent's filter theory: Postulate H and the problem of switching time. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 12, 214-220.
- Morgan, M. J., & Corballis, M.C. (1978). On the biological basis of human laterality: II. The mechanism of inheritance. Behavioral and Brain Sciences, 1, 35-62.
- Murray, J. E., & McLaren, R. (1990). Recognition of fused dichotic words: An examination of the effects of head-turn and perceived spatial position. Neuropsychologia, 28 (11), 1187-1195.
- Näätänen, R., Tervaniemi, M., Sussman, E., Paavilainen, P., & Winkler, I. (2001). Primitive intelligence in the auditory cortex. Trends in Neuroscience, 24 (5), 283-288.
- Navon, D. (1984). Resources – A teoretical soupstone?. Psychological Reviews, 91, 216-234.
- Nebes, R. D., & Nashold, B. S. (1980). A comparison of dichotic and visuo-acoustic competition in hemispherectomized patients. Brain and Language, 9, 246-254.
- Neville, H. J., & Bavelier, D. (1998). Neural organization and eststructure of language. Current Opinion in Neurobiology, 8, 254-258.
- Nicholls, M. E. R. (1998). Support for a structural model of aural asymmetries. Cortex, 34, 99-110.
- Nobre, A. C., Gitelman, D. R., Sebestyen, G. N., Meyer, J., Frackowiak, R. S. J., Frith, C. D., y Mesulam, M. –M. (1997). Functional localisation of the system for visuospatial attention using positron emission tomography. Brain, 120, 515-533.
- Nobre, A. C., & Plunkett, K. (1997). The neural system of language: Structure and development. Current Opinion in Neurobiology, 7, 252-268.
- Norman, D. A. (1968). Toward a theory of memory and attention. Psychological Review, 75, 522-536.

- O'Kusky, J., Strauss, E., Kosaka, B., Wada, J., Li, D., Druhan, M., & Petrie, J. (1988). The corpus callosum is larger with right-hemisphere cerebral speech dominance. Annals of Neurology, 24, 379-383.
- Obrzut, J. E., Boliek, C. A., & Bryden, M. P. (1997). Dichotic listening, handedness, and reading ability: A meta-analysis. Developmental Neuropsychology, 13 (1), 97-110.
- Obrzut, J. E., Horgeshimer, J., & Boliek, C. A. (1999). A threshold effect of selective attention on the dichotic REA with children. Developmental Neuropsychology, 16 (1), 127-137.
- Obrzut, J. E., Mondor, T. A. & Uecker, A. (1993). The influence of attention on the dichotic REA with normal and learning disabled children. Neuropsychologia, 31 (12), 1411-1416.
- O'Leary, D., Andreasen, N. C., Hurtig, R. R., Hichwa, R. D., Watkins, G. L., Ponto, L. B., Rogers, M., & Kirchner, P. T. (1996). A positron emission tomography study of binaurally and dichotically presented stimuli: Effects of level of language and directed attention. Brain and Language, 53, 20-39.
- Oppenheim, J. S., Lee, B. C., Nasa, R., & Gazzaniga, M. S. (1987). No sex-related differences in human corpus callosum based on magnetic resonance imagery. Annals of Neurology, 21, 604-606.
- Oscar-Berman, M., Zurif, E. B., & Blumstein, S. (1975). Effects of unilateral brain damage on the processing of speech sounds. Brain and Language, 2, 345-355.
- Parcet, M. A., Avila, C., & Junqué, C. (1990). Interferencia tapping: ¿Una técnica para medir lateralización hemisférica del lenguaje?. Revista de Psicología General y Aplicada, 45 (4), 375-383.
- Pardo, J. V., Fox, P. T., & Raichle, M. E. (1991). Localization of a human system for sustained attention by positron emission tomography. Nature, 349, 61-64.
- Pascual, J., Frías, D., & García, F. (1996). Manual de psicología experimental. Metodología de investigación. Barcelona: Ariel
- Pelletier, J., Habib, M., Brouchon, M., Poncet, M., Lyon-caen, O., Salamon, G., & Khalil, R. (1992). Étude du transfert interhémisphérique dans la sclérose en plaques. Corrélations morpho-fonctionnelles. Revue Neurologique, 148, 672-679.
- Pelletier, J., Habib, M., Lyon-Caen, O., Salamon, G., Poncet, M., & Khalil, R. (1993). Functional and magnetic resonance imaging correlates of callosal involvement in Multiple Sclerosis. Archives of Neurology, 50, 1077-1082.
- Pelletier, J., Suchet, L., Witjas, T., Habib, M., Guttman, C. R. G., Salamon, G., Lyon-Caen, O., & Cherif, A. A. (2001). A longitudinal study of callosal atrophy and

interhemispheric dysfunction in relapsing-remitting Multiple Sclerosis. Archives of Neurology, 58, 105-111.

Peters, M. (1995). Handedness and its relation to other indices of cerebral lateralization. En R. J. Davidson y K. Hugdahl (eds), Brain asymmetry. (pp. 183-214). Cambridge: MIT Press.

Pierson, J. N., Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C. (1983). Head and body space to left and right, front and rear-I. Unidirectional competitive auditory stimulation. Neuropsychologia, 21, 463-473.

Pizzamiglio, L., Mammucari, A., & Razzano, C. (1985). Evidence for sex differences in brain organization in recovery in aphasia. Brain and Language, 25, 213-223.

Portellano, J. A. (1992). Introducción al estudio de las asimetrías cerebrales. Madrid: CEPE Neurociencia.

Posner, M. I., & Boies, S. J. (1971). Components of attention. Psychological Review, 78, 391-408.

Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. Annual Reviews of Neuroscience, 13, 25-42.

Pouget, A., & Driver, J. (2000). Relating unilateral neglect to the neural coding of space. Current Opinion in Neurobiology, 10, 242-249.

Price, C. J., Moore, C. J., & Friston, K. J. (1996). Getting sex into perspective. Neuroimage, 3, S586

Pugh, K. R., Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Constable, R. T., Skudlarski, P., Fulbright R. K., Bronen, R. A., Shankweiler, D. P., Katz, L., Fletcher, J. M., & Gore, J. C. (1996a). Cerebral organization of component processes in reading. Brain, 1221-1238.

Pugh, K. R., Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Fulbright, R. K., Byrd, D., Skudlarski, P., Shankweiler, D. P., Katz, L., Constable, R. T., Fletcher, J., Lacadie, C., Marchione, K., & Gore, J. C. (1996b). Auditory selective attention: An fMRI investigation. Neuroimage, 4, 159-173.

Pujol, J., Deus, J., Losilla, J. M., & Capdevilla, A. (1999). Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. Neurology, 52 (5), 1038-1043.

Pujol, J., Junqué, C., Vendrell, P., García, P., Capdevila, A., & Martí-Vilalta, J. L. (1991). Left-ear extinction in patients with MRI periventricular lesions. Neuropsychologia, 29 (2), 177-184.

Raine, A. (1991). Are lateral eye-movements a valid index of functional hemispheric asymmetries?. British journal of Psychology, 82, 129-135.

Raine, A., Christie, M., & Gale, A. (1988). Relationship of lateral eye movements recorded in the dark to verbal and spatial question types. Neuropsychologia, 26, 937-941.

Rao, S. M., Bernardin, L., Leo, G. J., Ellington, L., Ryan, S. B., & Burg, L. S. (1989). Cerebral disconnection in multiple sclerosis. Relationship to atrophy of the corpus callosum. Archives of Neurology, 46, 918-920.

Rasmussen, T., & Milner, B. (1977). Clinical and surgical studies of the cerebral speech areas in man. In K.J. Zulch, O. Creutzfeldt, & G.C. Galbraith (Eds.), Cerebral localization (pp. 238-257). New York: Springer Verlag.

Rauschecker, J. P. (1998). Cortical processing of complex sounds. Current Opinion in Neurobiology, 8, 516-521.

Repp, B. H. (1977). Measuring laterality effects in dichotic listening. Journal of the Acoustical Society of America. 62, 720-737.

Risse, G. L., Gates, J., Lund, G., Maxwell, R., & Rubens, A. (1989). Interhemispheric transfer in patients with incomplete section of the corpus callosum: Anatomical verification with magnetic resonance imaging. Archives of Neurology, 46, 437-443.

Rosenthal, R. (1979). The "file drawer problem" and tolerance for null results. Psychological Bulletin, 86, 638-641.

Rosenzweig, M. R. (1951). Representation of the two ears at the auditory cortex. American Journal of Physiology, 22, 147-158.

Ryan, W. J., & McNeil, M. (1974). Listener reliability for a dichotic task. Journal of the Acoustical Society of America, 56, 1922-1923.

Sanders, G., & Wenmoth, D. (1998). Verbal and music dichotic listening tasks reveal variations in functional cerebral asymmetry across the menstrual cycle that are phase and task dependent. Neuropsychologia, 36, 869-874.

Satz, P. (1973). Left handedness and early brain insult: an explanation. Neuropsychologia, 11, 115-117.

Schulhoff, C., & Goodglass, H. (1969). Dichotic listening, side of brain injury and cerebral dominance. Neuropsychologia, 7, 149-160.

Schwartz, G. E., Davidson, R. J., & Maer, F. (1975). Right hemisphere lateralization for emotion in the human brain: interactions with cognition. Science, 190, 286-288.

Sealerman, A. (1977). A review of right hemisphere linguistic capabilities. Psychological Bulletin, 84 (3), 503-528.

Segalowitz, S. J. (1986). Validity and reliability of noninvasive lateralization measures. En J.E. Obrzut & G.W. Hynd (Eds.), Child neuropsychology, volume I: Theory and research. San Diego: Academic Press.

Segalowitz, S. J., & Bryden, M. P. (1983). Individual differences in hemispheric representation of language. En S. J. Segalowitz (Ed.), Language functions and brain organization (pp. 341-372). San Diego, CA: Academic Press.

Shankweiler, D., & Studdert-Kennedy, M. A. (1975). A continuum of lateralization for speech perception?. Brain and Language, 2, 212-225.

Shapleske, J., Rossell, S. L., Woodruff, P. W., & David, A. S. (1999). The planum temporale: A systematic, quantitative review of its structural, functional and clinical significance. Brain Research Reviews, 29 (1), 26-49.

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Constable, R. T., Skudlarski, P., Fulbright R. K., Bronen, R. A., Fletcher, J. M., Shankweiler, D. P., & Katz, L. (1995). Sex differences in the functional organization of the brain for language. Nature, 373, 607-609.

Sidtis, J. J. (1982). Predicting brain organization from dichotic listening performance: Cortical and subcortical functional asymmetries contribute to perceptual asymmetries. Brain and Language, 17, 287-300.

Sidtis, J. J. (1988). Dichotic listening after commissurotomy. En K. Hugdahl (Ed.), Handbook of Dichotic Listening: Theory, methods and research (pp. 161-184). Chichester: John Wiley & Sons.

Snyder, P. J., & Harris, L. J. (1997). The intracarotid amobarbital procedure: An historical perspective. Brain and Cognition, 33, 18-32.

Soroker, N., Calamaro, N., Glickson, J., & Myslobodsky, M. S. (1997). Auditory inattention in right-hemisphere damaged patients with and without visual neglect. Neuropsychologia, 35, 249-256.

Sörös, P., Knecht, S., Imai, T., Gürtler, S., Lütkenhöner, B., Ringelstein, E. B., & Henningsen, H. (1999). Cortical asymmetries of the human somatosensory hand representation in right- and left-handers. Neuroscience Letters, 271, 89-92.

Sparks, R., Goodglass, H., & Nickel, B. (1970). Ipsilateral versus contralateral extinction in dichotic listening resulting from contralateral lesions. Cortex, 6, 249-260.

Sparks, R., & Geschwind, N. (1968). Dichotic listening in man after section of neocortical commissures. Cortex, 4, 3-16.

Spiers, P. A., Schomer, D. L., Blume, H. W., Kleefield, J., O'Reilly, G., Weintraub, S., Osborne-Shaefer, P., & Mesulam, M. -M. (1990). Visual neglect during intracarotid amobarbital testing. Neurology, 40, 1600-1606.

- Springer, S. P., & Gazzaniga, M. S. (1975). Dichotic testing of partial and complete split brain subjects. Neuropsychologia, 13, 341-346.
- Springer, S. P., & Gazzaniga, M. S. (1975). Dichotic testing of partial and complete split-brain subjects. Neuropsychologia, 13, 391-346.
- Springer, S.P., & Deutsch, G. (2001). Cerebro izquierdo, cerebro derecho. Barcelona: Ariel Neurociencia.
- Steinmetz, H., Jäncke, L., Kleinschmidt, A., Schlaug, G., Volkmann, J., & Huang, Y. (1992). Sex but no hand difference in the isthmus of the corpus callosum. Neurology, 42, 749-752.
- Strauss, E. (1988). Dichotic listening and sodium amital: Functional and morphological aspects of hemispheric asymmetry. En K. Hugdahl (Ed.), Handbook of Dichotic Listening: Theory, methods and research (pp. 117-138). Chichester: John Wiley & Sons.
- Strauss, E., Gaddes, W. H., & Wada, J. (1987). Performance on a free-recall verbal dichotic listening task and cerebral dominance determined by the carotid amygdal test. Neuropsychologia, 25 (5), 747-753.
- Strauss, E., Kosaka, B., & Wada, J. (1983). The neurobiological basis of lateralized cerebral functions: A review. Human Neurobiology, 2, 115-127.
- Studdert-Kennedy, M., & Shankweiler, D. (1970). Hemispheric specialization for speech perception. Journal of the Acoustical Society of America, 48, 579-594.
- Sugishita, M., Otomo, K., Yamazaki, K., Shimizu, H., Yoshioka, M., & Shinohara, A. (1995). Dichotic listening in patients with partial section of the corpus callosum. Brain, 118, 417-427.
- Teng, E. L. (1981). Dichotic ear difference is a poor index for the functional asymmetry between the cerebral hemispheres. Neuropsychologia, 19 (2), 235-240.
- Treisman, A. M. (1964). Monitoring and storing of irrelevant messages in selective attention. Journal of Verbal Learning and Behavior. 3, 449-459.
- Tweedy, J. R., Rinn, W. E., & Springer, S. P. (1980). Performance asymmetries in dichotic listening: The role of structural and attentional mechanisms. Neuropsychologia, 18, 331-338.
- Tzourio, N., Crivello, F., Mellet, E., Nkanga-Ngila, B., & Mazoyer, B. (1998). Functional anatomy of dominance for speech comprehension in left handers vs right handers. Neuroimage, 8 (1), 1-16.

- Tzourio, N., Massiou, F. E., Crivello, F., Joliot, M., Renault, B., & Mazoyer, B. (1997). Functional anatomy of human auditory attention studied with PET. Neuroimage, 5, 63-77.
- Vallortigara, G., Rogers, L. J., & Bisazza, A. (1999). Possible evolutionary origins of cognitive brain lateralization. Brain Research Reviews, 30, 164-175.
- Vendrell, J. M. (2001). Las afasias: Semiología y tipos clínicos. Revista de Neurología, 32 (10), 980-986.
- Vendrell, P., Junqué, C., & Pujol, J. (1995). La resonancia magnética funcional: Una nueva técnica para el estudio de las bases cerebrales de los procesos cognitivos. Psicothema, 7, 51-60.
- Vikingstad, E. M., George, K. P., Johnson, A. F., & Cao, Y. (2000). Cortical language lateralization in right handed normal subjects using functional magnetic resonance imaging. Journal of the Neurological Sciences, 175, 17-27.
- Voyer, D. (1996). On the magnitude of laterality effects and sex differences in functional brain lateralities. Laterality, 1 (1), 51-85.
- Voyer, D. (1998). On the reliability and validity of noninvasive laterality measures. Brain and Cognition, 36, 209-236.
- Wada, J. A., & Rasmussen, T. (1960). Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance: Experimental and clinical observations, Journal of Neurosurgery, 17, 262-282.
- Warrington, E. K., James, M., & Maciejewski, C. (1986). The WAIS as a lateralizing and localizing diagnostic instrument: A study of 656 patients with unilateral cerebral lesions. Neuropsychologia, 24, 223-239.
- Weeks, R. A., Aziz-Sultan, A., Bushara K. O., Tian, B., Wessinger, C. M., Dang, N., Rauschecker, J. P., & Hallet, M. (1999). A PET study of human auditory spatial processing. Neuroscience Letters, 262, 155-158.
- Weintraub, S., y Mesulam, M. –M. (1987). Right cerebral dominance in spatial attention. Further evidence based on ipsilateral neglect. Archives of Neurology, 44, 621-625.
- Wernicke, C. (1874). Der aphasische symptomatenkomplex. Breslau: Cohn & Weigart.
- Wexler, B. E., Halwes, T., & Heninger, G. R. (1981). Use of a statistical significance criterion in drawing inferences about hemispheric dominance for language function from dichotic listening data. Brain and Language, 13, 13-18.
- Wexler, B. E., & Halwes, T. (1983). Increasing the power of dichotic methods: The fused rhymed words test. Neuropsychologia, 21 (1), 59-66.

- Wiens, S., & Emmerich, D. S. (1999). Synthetic stimuli attenuate the effect of attention on the dichotic right-ear advantage. Acta Psychologica, 102, 13-19.
- Williams, S. (1982). Dichotic lateral asymmetry: The effects of grammatical structure and telephone usage. Neuropsychologia, 20 (4), 457-464.
- Witelson, S. F. (1985). The brain connection: The corpus callosum is larger in left-handers. Science, 229, 665-668
- Witelson, S. F. (1989). Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. Brain, 112, 700-835.
- Witelson, S. F., Glezer, I. I., & Kigar, D. L. (1995). Women have greater density of neurons in posterior temporal cortex. Journal of Neuroscience, 15, 3418-3428.
- Witelson, S. F., & Kigar, D. L. (1992). Sylvian fissure morphology and asymmetry in men and women: bilateral differences in relation to handedness in men. Journal of Comparative Neurology, 323, 326-340.
- Witelson, S. F., & Nowakowski, R. S. (1991). Left out axons make men right: A hypothesis for the origin of handedness and functional asymmetry. Neuropsychologia 29, 327-333.
- Woldorff, M. G., Hillyard, S. A., Gallen, C. C., Hampson, S. R., & Bloom, F. E. (1998). Magnetoencephalographic recordings demonstrate attentional modulation of mismatch-related neural activity in human auditory cortex. Psychophysiology, 35, 283-292.
- Xiong, J., Rao, S., Gao, J., Woldorff, M., & Fox, P. (1998). Evaluation of hemispheric dominance for language using functional MRI: A comparison with Positron Emission Tomography. Human Brain Mapping, 6, 42-58.
- Yazgan, M. Y., Wexler, B. E., Kinsbourne, M., Peterson, B., & Leckman, J. F. (1995). Functional significance of individual variations in callosal area. Neuropsychologia, 33 (6), 769-779.
- Yvert, B., Bertrand, O., Pernier, J., & Ilmoniemi, R. J. (1998). Human cortical responses evoked by dichotically presented tones of different frequencies. Neuroreport, 9, 1115-1119.
- Zaidel, E. (1983). Disconnection syndrome as a model for laterality effects in the normal brain. En J. Hellige (Ed.), Cerebral hemisphere asymmetry: Method, theory and application, (pp. 435-459). New York: Liss.
- Zatorre, R. J. (1989). Perceptual asymmetry on the dichotic fused words test and cerebral speech lateralization determined by the carotid sodium amytal test. Neuropsychologia, 27 (10), 1219-1989.