
CAPÍTULO 6

ASIMETRÍAS CEREBRALES

- I. Neuropsicología de las asimetrías cerebrales**
- II. Asimetrías funcionales**
- III. Neuropsicología de la zurdera**
- IV. Funciones hemisféricas y estilos cognitivos**
- V. Síndromes hemisféricos**

Neuropsicología de las asimetrías cerebrales

1. Concepto de asimetría cerebral

Aunque en diversas especies animales se pueden observar diferencias interhemisféricas, sin embargo, únicamente en la especie humana éstas constituyen un rasgo específico de su mayor grado de desarrollo telencefálico. En la antigüedad ya se intuía la existencia de posibles diferencias entre ambos hemisferios cerebrales en los seres humanos, aunque las primeras evidencias no se empezaron a poner de manifiesto hasta el siglo XIX, a partir de la localización de las áreas cerebrales que regulaban el lenguaje.

En 1710, Petit demostró que existe un entrecruzamiento de las vías motoras en las pirámides bulbares, confirmando que el control motor dependía del hemisferio opuesto al de la extremidad inervada. Más tarde, las aportaciones realizadas por los frenólogos y las teorías localizacionistas contribuyeron al desarrollo del concepto de dominancia asimétrica del cerebro. Dax y Bouillaud informaron del predominio del hemisferio izquierdo para el lenguaje y posteriormente Paul Broca en 1861 demostró que –efectivamente– el centro del lenguaje expresivo estaba situado en el lóbulo frontal izquierdo. Uno de sus pacientes, apodado “Tan”, sufrió un daño cerebral en esta zona del cerebro, por lo que perdió definitivamente su lenguaje expresivo, repitiendo únicamente la sílaba “tan” como única forma de expresividad lingüística (Figura 1.5). Algunos años después el neurólogo alemán Karl Wernicke localizó el lenguaje comprensivo en el lóbulo temporal izquierdo, mientras que otro neurólogo de la misma nacionalidad, Hugo Liepmann, en 1900 empezó a publicar las observaciones realizadas sobre pacientes apráxicos, comprobando que las apraxias causadas por lesiones del hemisferio izquierdo eran de mayor gravedad que las provocadas por lesiones homólogas en el hemisferio derecho.

Todos estos hallazgos, que se producían dentro de la corriente localizacionista entonces dominante, concedían una mayor importancia al hemisferio izquierdo, por lo que a partir de entonces pasó a ser considerado como el hemisferio dominante. Por el contrario, el hemisferio derecho durante mucho tiempo ocupó un lugar secundario, ya que sus lesiones no provocaban trastornos importantes en el lenguaje. Este papel de hemisferio subordinado ha persistido hasta hace pocas décadas, aunque hoy ya se dispone de suficiente información acerca de determinadas competencias cognitivas, perceptivas, motoras en las que el hemisferio derecho tiene una mayor importancia funcional que el izquierdo (Springer & Deutsch, 2001).

Aunque la Neuropsicología y otras ciencias interesadas por el estudio de las diferencias hemisféricas siguen utilizando de manera generalizada el término de dominancia cerebral para referirse a la mayor importancia que tiene el hemisferio izquierdo para el lenguaje, sin

embargo, resulta más apropiado hablar de asimetría cerebral o de diferenciación hemisférica, ya que ambos hemisferios son cualitativamente distintos, es decir procesan la información de un modo diferenciado. Mientras que el izquierdo suele ser el hemisferio dominante para el lenguaje, en cambio el derecho lo es para el procesamiento no verbal.

Las asimetrías hemisféricas únicamente se manifiestan en las áreas de asociación cortical, siendo aquí donde se aprecian las posibles diferencias funcionales entre ambos hemisferios. Podemos distinguir los conceptos de diferenciación, asimetría, dominancia y lateralidad cerebral en los siguientes términos (Portellano, 1992; Hellige, 1993).

- a) Diferenciación hemisférica: el hecho de que cada hemisferio tenga un estilo cognitivo diferente. Con menor frecuencia se utiliza el término para referirse a las diferentes competencias que tienen ambos hemisferios.
- b) Asimetría cerebral: el hecho de que una zona del cerebro tenga una capacidad para procesar y almacenar información diferente que la región homóloga correspondiente al otro lado del cerebro.
- c) Dominancia cerebral: es el predominio de un hemisferio sobre otro en una determinada función cognitiva. Generalmente el término de dominancia cerebral se sigue utilizando de un modo restringido para referirse a la mayor importancia que tiene el hemisferio izquierdo en el control del lenguaje. Tanto la asimetría como la dominancia cerebral son procesos inconscientes, centrales e involuntarios que no se pueden modificar mediante la educación o el entrenamiento. Únicamente ciertas lesiones cerebrales pueden provocar un cambio en la dominancia cerebral, especialmente si se producen durante los primeros años de vida.
- d) Lateralidad: en un amplio sentido, lateralidad es un sinónimo de la dominancia cerebral y se entiende como el predominio del hemisferio izquierdo para el lenguaje. En un sentido más restrictivo por lateralidad se entiende la manifestación efectora de la dominancia para el lenguaje expresada mediante la utilización preferente de mano, pie, ojo y oído. A diferencia de la asimetría cerebral, la lateralidad es una función consciente, voluntaria y periférica, que puede ser modificada mediante el entrenamiento. Prueba de ello es que existe un porcentaje variable de personas con lateralidad contrariada, generalmente zurdos que han sido obligados a utilizar la mano derecha para escribir.

2. Asimetrías anatómicas en la especie humana

Las diferencias anatómicas interhemisféricas observadas en el cerebro humano son menos significativas que las diferencias funcionales, destacando varias:

- a) Aumento de la superficie ocupada en el hemisferio izquierdo por el plano temporal del lóbulo temporal izquierdo. Esta zona corresponde al Área 22 de Brodmann, habitualmente llamada Área de Wernicke, que es el centro más importante del lenguaje comprensivo. Esta asimetría anatómica se observa en 6 o 7 personas de cada 10, especialmente en los diestros.
- b) Mayor prolongación de la Cisura lateral hacia la zona posterior en el hemisferio izquierdo que en el derecho, aproximadamente en un 60% de los casos, con lo que se dispone de una mayor amplitud de territorio cortical para el lenguaje.

- c) Existen otras asimetrías menos frecuentes entre ambos hemisferios, como por ejemplo la mayor prominencia del lóbulo frontal en el hemisferio derecho o la mayor densidad neuronal en el Área de Broca del hemisferio izquierdo. Sin embargo, estas y otras asimetrías son menos frecuentes, presentándose en niveles inferiores al 30% de las personas.

La presencia de diferencias neuroanatómicas entre ambos hemisferios es poco consistente y por sí sola no justifica la diferenciación funcional existente entre el hemisferio izquierdo y el derecho, ya que el número de personas diestras en la población general es el 90%, muy superior al de asimetrías neuroanatómicas observadas en el hemisferio izquierdo. Por otra parte, cuando se observan diferencias neuroanatómicas entre los dos hemisferios, es más frecuente que se observen en varones diestros, siendo menos habituales en zurdos o en mujeres. Por último, la presencia de alguna asimetría anatómica en un Área hemisférica está compensada por un mayor desarrollo anatómico en las áreas adyacentes del hemisferio opuesto. Así, la Circunvolución de Heschl, derecho, correspondiente a las áreas auditivas primarias del lóbulo temporal, suele estar más desarrollada anatómicamente en el hemisferio derecho, como compensación al aumento de tamaño del plano temporal en el hemisferio izquierdo.

3. Asimetrías cerebrales en relación al sexo

Las diferencias existentes entre el cerebro del hombre y el de la mujer se deben a la combinación de diversos factores neurobiológicos en los que la acción reguladora de las hormonas sexuales adquiere una gran importancia. Aunque los factores biológicos son causales, sin embargo, la acción de los factores educativos puede incrementar o disminuir en alguna medida las asimetrías cerebrales entre ambos sexos (Tabla 6.1). Se han propuesto numerosas interpretaciones antropológicas y psicosociológicas para justificar las diferencias de asimetría cerebral en hombres y mujeres; sin embargo resulta inapelable la acción diferenciadora que ejercen los factores neurobiológicos sobre el cerebro desde el comienzo de la gestación.

Desde el punto de vista anatómico, es más frecuente que los varones tengan mayor asimetría que las mujeres en el plano temporal izquierdo, que suele ser de mayor tamaño que su homólogo derecho, mientras que en las mujeres suele existir una mayor simetría en esta estructura.

El cuerpo calloso de las mujeres suele tener un 20-30% más de fibras que el del varón. Otra peculiaridad es que mientras que el tamaño del cuerpo calloso en el varón tiende a disminuir en la edad adulta, en cambio en la mujer no se produce la disminución del tamaño del cuerpo calloso, e incluso su tamaño puede incrementarse con el paso del tiempo. Probablemente este hecho repercute sobre la persistencia de un mayor grado de simetría bihemisférica en las mujeres.

Las hormonas sexuales influyen en el modelamiento de las diferencias hemisféricas, ya que la testosterona lentifica el crecimiento del hemisferio izquierdo durante las fases iniciales del desarrollo en el varón, bloqueando el desarrollo del lenguaje. Los estrógenos ejercen un efecto opuesto sobre el hemisferio izquierdo en las mujeres, facilitando la adquisición del lenguaje escritor. Como contrapartida, la testosterona en el varón es un factor que facilita

la capacidad espacial del hemisferio derecho. Los niveles más bajos de testosterona en el varón se asocian a un mejor rendimiento en tareas de tipo verbal, mientras que las mujeres con niveles más elevados de dicha hormona realizan mejor las tareas de tipo espacial.

Por otra parte, la madurez sexual también influye en las diferencias cognitivas, ya que las mujeres con madurez sexual más precoz suelen obtener mejor rendimiento en tareas de tipo verbal, mientras que los niños con madurez sexual más tardía, independientemente de su sexo, obtienen mejores rendimientos en tareas de tipo espacial. Además, los factores hormonales no sólo contribuyen a modelar la asimetría cerebral, sino en buena medida los estilos cognitivos en ambos sexos.

Otro aspecto diferencial entre ambos sexos es la desigual distribución en el número de zurdos: mientras que entre los varones el porcentaje de zurdos en la población general es del 10-12%, en cambio entre las mujeres el porcentaje es del 6-8%. También es más frecuente la presencia de lateralidad cruzada en el sexo femenino, ya que esta variedad de lateralización guarda mayor relación con una simetría funcional del cerebro.

Las niñas, por término medio, aprenden antes a leer que los niños, siendo más frecuente la incidencia de dificultades específicas del aprendizaje en el sexo masculino. De igual manera, se observan más patologías del lenguaje y del habla en los varones, como afasia o disfemia.

En términos generales, las lesiones cerebrales que afectan al hemisferio izquierdo tienen un efecto más devastador en los varones. Cuando se realiza la extirpación de un Área del cerebro con finalidad terapéutica, las funciones implicadas tardan más en recuperarse y su pronóstico es menos favorable que el de las mujeres. Del mismo modo, los cuadros afásicos se suelen recuperar mejor cuando la lesión se produce en la mujer.

Estas diferencias anatomofuncionales en buena medida se deben a la presencia de un cerebro más simétrico en las mujeres, mientras que el varón tiene las funciones más localizadas y un cerebro con mayor grado de asimetría. El mayor desarrollo del cuerpo calloso en las mujeres genera una mayor simetría funcional, facilitando la utilización de estrategias cognitivas bihemisféricas de modo más frecuente que en el varón (Benbunan & Portellano, 1995).

4. Ontogénesis de la asimetría cerebral

Durante la fase fetal se van desarrollando las asimetrías anatómicas que ya estarán definidas en el momento del nacimiento, lo que no sucede con la lateralidad, que tiene un proceso de consolidación progresivo a lo largo de la infancia. En los primeros meses de vida la elección de mano dominante no está presente; sin embargo, a partir del segundo año se empieza a afianzar el predominio diestro de la lateralidad en la mayoría de los niños. Tanto los procesos de mielinización y sinaptogénesis como las influencias educativas determinan la consolidación del proceso de lateralización.

Durante la infancia hay un número más elevado niños y niñas zurdos o ambidextros, aunque su incidencia tiende a disminuir con el transcurso del tiempo, por razones educativas y neurobiológicas. Las exigencias escolares condicionan la necesidad de elección de una sola mano para el aprendizaje de la escritura. En paralelo, el propio cerebro va decantando la asimetría interhemisférica a lo largo de la infancia, lo cual también facilita la desaparición

de casos de ambidextrismo infantil de un modo espontáneo. A partir de los 6-7 años los niños normalmente ya tienen un suficiente grado de definición de su lateralización manual que les permite iniciar con éxito el aprendizaje sistemático de la lectura.

Tabla 6.1. Asimetrías cerebrales del hombre y la mujer

	VARONES	MUJERES
ANATOMÍA CEREBRAL	<ul style="list-style-type: none"> • En general su cerebro es más asimétrico. • Tienen un mayor desarrollo del plano temporal izquierdo. • Presentan retraso en el desarrollo anatómico del hemisferio izquierdo. • El cuerpo caloso en la edad adulta disminuye de tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> • En general su cerebro es más simétrico. • Tienen mayor simetría en el plano temporal. • Tienen el cuerpo caloso más desarrollado. • El cuerpo caloso puede incrementar su tamaño con el transcurso del tiempo.
LATERALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor número de zurdos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor número de zurdas. • Mayor frecuencia de lateralidad cruzada.
FUNCIONES COGNITIVAS	<ul style="list-style-type: none"> • Más localizadas sobre áreas específicas de cada hemisferio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Más distribuidas en cada hemisferio. • Mayor distribución bihemisférica de funciones.
RECUPERACIÓN DE LESIONES CEREBRALES	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos más devastadores tras daño cerebral. • Peor pronóstico y peores posibilidades de recuperación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos menos invasivos tras daño cerebral. • Mayores posibilidades de recuperación funcional.

Aunque se asume que el proceso de lateralización manual es una consecuencia que viene precedida genéticamente por el predominio del hemisferio izquierdo para el lenguaje, sin embargo, no existe suficiente consenso acerca del momento en el que finaliza el proceso de consolidación de la lateralidad. Algunos autores afirman que desde el mismo instante del nacimiento ya está predefinida la lateralización del niño, mientras que otros como Lenneberg sostienen que el proceso de lateralización es progresivo a lo largo de la infancia y termina por consolidarse al final de la adolescencia. Entre estas dos posturas existen otros posicionamientos intermedios que afirman que la lateralización finaliza su proceso de definición en el transcurso de la infancia (Tabla 6.2).

La lateralización manual no es simplemente un atributo motor, sino que la utilización preferente y continuada de la mano derecha o la izquierda produce modificaciones en los engramas sensoriales y motores de la corteza cerebral. Por esta razón, en términos generales, no se debería cambiar la lateralización del niño una vez que éste ha iniciado el aprendizaje sistemático de la lectoescritura (6-7 años), ya que el cambio de mano también supone la necesidad de modificar de alguna manera los circuitos neurales previamente

establecidos, con las correspondientes e innecesarias molestias que ello acarrea. Si el niño es ambidextro o tiene ligero predominio en el uso de la mano izquierda para las actividades unimanuales, es recomendable orientarle y entrenarle hacia la utilización de su mano derecha, especialmente si tiene menos de 5 años, ya que le acarrearán menos inconvenientes. Cuando exista un predominio funcional nítido de la mano izquierda, es mejor respetar y estimular su lateralidad zurda, pero si tiene zurdera contrariada y está habituado a utilizar su mano derecha para escribir, sólo se debe cambiar ésta cuando tenga menos de 5-6 años, ya que a medida que avanza el desarrollo neurobiológico, se consolida la huella neural de la mano en las áreas encefálicas que regulan la imagen sensoriomotriz, por lo que volver a cambiar la mano para la escritura a los niños con zurdera contrariada generará siempre mayores problemas (Portellano, 2001).

5. Asimetrías cerebrales en animales

Hace más de cien años, Cunningham identificó asimetrías craneoanatómicas en un grupo de gorilas de montaña (Glick, 1985). Ésta fue la primera evidencia de que las especies de primates más próximos al hombre podrían presentar asimetrías similares a las de la especie humana. Sin embargo, la evidencia de asimetrías neuroanatómicas que han sido observadas en simios es poco relevante, siendo algo mayores en las especies más próximas a la nuestra. De esta manera, la posibilidad de encontrar asimetrías craneales o cerebrales en chimpancés, gorilas u orangutanes es mayor que en simios de menor tamaño como *rhesus* o macacos. Además, con frecuencia se observan contradicciones en los hallazgos craneoanatómicos indicativos de asimetrías en especies de monos, sin que se pueda formular una hipótesis definitiva a este respecto.

En diversas especies animales también se ha demostrado la existencia de diferenciación interhemisférica en algunas actividades funcionales, especialmente en mamíferos. Nuevamente los grandes simios presentan algunas asimetrías en su hemisferio izquierdo que podrían avalar la existencia de un nivel prelingüístico en estos animales, aunque el porcentaje de asimetrías observadas es muy poco significativo y con frecuentes resultados contradictorios. Uno de los aspectos mejor estudiados ha sido la posible génesis de la lateralidad motora en animales de compañía. Collins demostró que la lateralidad en especies animales es un factor fenotípico que no está asociado a disposición genética. Después de observar que un porcentaje relativamente elevado de roedores, gatos y perros era diestro o zurdo, realizó entrecruzamiento de grupos de ratas diestras y zurdas. Tras el apareamiento de roedores zurdos y diestros con otros de idéntica lateralidad, pudo comprobar que las sucesivas generaciones filiales presentaban indiferentemente predominio diestro o zurdo en el uso de la pata preferente, concluyendo que la lateralidad en estos animales era aleatoria y fruto del azar o del aprendizaje.

Uno de los descubrimientos más sorprendentes realizados sobre asimetrías funcionales en especies no humanas fue realizado por Fernando Nottebohm en la Universidad de Rockefeller de Nueva York. Por vez primera y de un modo azaroso, demostró la existencia de neurogénesis en las aves canoras. Los canarios –especialmente los machos– suelen utilizar el canto como elemento de atracción sexual, variando las combinaciones de sonidos que emiten de un año a otro. Nottebohm verificó que estos cambios se producen como consecuencia del incremento estacional del número de neuronas, generándose en torno a 20.000 nuevas cada día. También comprobó que la neurogénesis se produce en las hembras, ya que éstas adquirirían capacidad para el canto, cuando se les inyectaban hormonas masculinas. Sus

hallazgos no finalizaron en el descubrimiento de la neurogénesis estacional en las aves canoras, sino que demostró que la sección del nervio hipogloso izquierdo provocaba la pérdida de aptitud para el canto, lo que no sucedía con la sección del nervio hipogloso derecho. Se demostraba así que el canto de las aves estaba localizado en el hemisferio cerebral izquierdo. Estudios posteriores demostraron que las aves recuperaban el canto si las lesiones izquierdas se realizaban en edades tempranas, lo que no sucedía si la ablación del nervio hipogloso izquierdo se llevaba a cabo en la edad madura. De este modo se avanzaba más en la lateralización del lenguaje, comprobándose que en estas aves existía una plasticidad cerebral en cierto modo similar a la de nuestra especie, con mayores posibilidades de recuperación de la función cuando la lesión se producía más tempranamente.

En otras especies animales (peces, anfibios, aves, mamíferos...), se han identificado asimetrías funcionales, pero la amplitud de los hallazgos es muy poco significativa y no tiene en ningún caso el valor diferenciador que adquieren dichas asimetrías en la especie humana.

6. Estudio de la lateralidad

El estudio de la lateralidad es uno de los aspectos mejor estudiados de las asimetrías cerebrales, especialmente en relación con los zurdos. La dominancia motora de una extremidad (mano, ojo, pie y oído) en actividades de uso preferente ha sido estudiada desde hace muchos años, tratando de comparar el tipo de lateralidad con la eficiencia cognitiva o con determinadas variables de personalidad. Las pruebas de lateralidad tienen una amplia tradición en la Neuropsicología, especialmente algunas como las de Anett (Anett, 1985) el Test de Dominancia Lateral de Harris (Harris, 1997) o el Cuestionario de Lateralidad de Edimburgo (Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Test de lateralidad de Olfield

ACTIVIDAD	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA	CUALQUIERA DE LAS DOS MANOS
Lanzar una pelota			
Utilizar las tijeras			
Utilizar el cepillo de dientes			
Utilizar un cuchillo			
Utilizar la cuchara			
Barrer con una escoba (mano superior)			
Encender una cerilla			
Abrir la tapadera de una caja			

La lateralidad no es una función dicotómica que divida a la población en diestros y zurdos en categorías excluyentes, sino que existe un gradiente progresivo entre los diestros completos y los zurdos completos, con diferentes niveles de definición de la lateralidad en función de la actividad demandada (Tabla 6.3). De este modo, las personas que tienen una fórmula de lateralidad D+, (diestros completos o consistentes), que siempre realizan todas las actividades lateralizadas con mano, pié, ojo u oído derechos de un modo dominante, constituyen un grupo relativamente minoritario, ya que la mayoría de los diestros y zurdos presentan un grado de dextrismo (o de zurdera), variable. Únicamente cuando se valoran determinadas actividades unilaterales muy discriminativas, como la mano utilizada para escribir, se observa una dicotomización entre diestros y zurdos, ya que las personas con ambidextrismo para la escritura son prácticamente inexistentes.

La utilización de pruebas de lateralidad que establecen cinco categorías diferenciadas (diestro completo, diestro incompleto, ambidextro, zurdo incompleto y zurdo completo) puede resultar más eficaz para discriminar posibles diferencias cognitivas en función del tipo de lateralidad, que las pruebas de lateralidad que sólo utilizan tres categorías (diestro, zurdo y ambidextro). En la Tabla 6.4 se presenta el Cuestionario de Lateralidad Usual, para realizar la evaluación de la lateralidad en mano, ojo, pie de adolescentes y adultos (Portellano, 1999).

Tabla 6.3. Tipos de lateralidad en función de su grado de definición

D +	DIESTRO COMPLETO O CONSISTENTE Cuando una determinada actividad de preferencia unilateral se realiza siempre con la derecha.
D -	DIESTRO INCOMPLETO O NO CONSISTENTE Cuando una determinada actividad de preferencia unimanual se realiza con la derecha en la mayoría de las ocasiones.
A	AMBIDEXTRO Cuando una determinada actividad de preferencia unilateral se realiza indistintamente con la izquierda o con la derecha.
I -	ZURDO INCOMPLETO O NO CONSISTENTE Cuando una determinada actividad de preferencia unilateral se realiza casi siempre con la izquierda.
I +	ZURDO COMPLETO O CONSISTENTE Cuando una determinada actividad de preferencia unilateral se realiza siempre con la izquierda.

Tabla 6.4. Cuestionario de Lateralidad Usual (Portellano & Robles, 1999)

MANO					
1. Escribir	I+	I-	A	D-	D+
2. Dibujar	I+	I-	A	D-	D+
3. Repartir las cartas de una baraja	I+	I-	A	D-	D+
4. Lanzar una pelota	I+	I-	A	D-	D+
5. Cortar con tijeras	I+	I-	A	D-	D+
6. Encender una cerilla	I+	I-	A	D-	D+
7. Coger una raqueta	I+	I-	A	D-	D+
8. Hacer sonar una campanilla	I+	I-	A	D-	D+
9. Golpear con un martillo	I+	I-	A	D-	D+
10. Usar un destornillador	I+	I-	A	D-	D+
11. Marcar un número de teléfono	I+	I-	A	D-	D+
12. Cepillarse los dientes	I+	I-	A	D-	D+
13. Abrir o cerrar una cremallera	I+	I-	A	D-	D+
14. Abrir o cerrar el tapón de una botella	I+	I-	A	D-	D+
PIE					
1. Golpear un balón	I+	I-	A	D-	D+
2. Primer pie que apoya al subir la escalera	I+	I-	A	D-	D+
3. Dar un pisotón en el suelo	I+	I-	A	D-	D+
4. Pierna que apoya en el suelo cuando salta a la pata coja	I+	I-	A	D-	D+
5. Primer pie que se calza (zapatos)	I+	I-	A	D-	D+
OJO					
1. Mirar a través de una cerradura	I+	I-	A	D-	D+
2. Mirar a través de un telescopio	I+	I-	A	D-	D+
3. Guiñar un ojo (ojo que queda abierto)	I+	I-	A	D-	D+
4. Apuntar un arma	I+	I-	A	D-	D+

Algunas pruebas de lateralidad utilizan únicamente dos categorías –diestros y zurdos– para clasificar cada una de las actividades propuestas. La ventaja que tienen es que ofrecen la posibilidad de obtener un Cociente de Lateralidad que permite clasificar a una persona o a una población en función de su lateralidad. Las personas con predominio diestro consistente (D+) tendrían un Cociente de Lateralización +100, mientras que los zurdos consistentes (I+) tendrían un Cociente de Lateralización de –100, existiendo cocientes de lateralización intermedios en función del grado de definición de la lateralidad (Tabla 6.5).

Tabla 6.5 Cociente de Lateralización (CL) (I.D.: número de ítems realizados con la derecha; I.I.: número de ítems realizados con la izquierda)

$C.L. = \frac{I.D. - I.I.}{I.D. + I.I.} \times 100$	CL + 100 = DIESTROS MUY CONSISTENTES
	CL – 100 = ZURDOS MUY CONSISTENTES

El ambidextrismo es una categoría residual, con poca incidencia en la población general. El sistema educativo limita el ambidextrismo manual, ya que el aprendizaje sistemático de la escritura obliga a la utilización preferente de una sola mano. Por esta razón, el porcentaje de ambidextros manuales tiende a disminuir a lo largo de la infancia, ya que los niños que inicialmente presentaban ambidextrismo, finalmente se terminan convirtiendo en diestros o en zurdos.

Las pruebas de evaluación de la lateralidad se utilizan para conocer el uso preferente de una extremidad o de un órgano sensorial. Tienen fácil aplicación y constituyen una medida neuropsicológica rápida para conocer la dominancia cerebral para el lenguaje. Sin embargo, presentan una fiabilidad relativa, ya que únicamente la valoración de la mano utilizada para escribir se aproxima al porcentaje real de zurdos y diestros en la población general, en torno a nueve diestros por cada zurdo. Por el contrario, el porcentaje de diestros desciende al 70% si se excluye la valoración de la lateralidad manual y sólo se tiene en cuenta la lateralidad del pie, el ojo o el oído.

En los sujetos zurdos el simple conocimiento de su fórmula de lateralidad no permite la determinación del hemisferio dominante para el lenguaje con la misma facilidad que en el caso de los diestros, ya que sus posibilidades de tener el lenguaje en el hemisferio derecho son mayores que en los diestros.

La lateralidad cruzada, también denominada lateralidad mixta, hace referencia a la existencia a personas con predominio lateral no homogéneo. Existen varias combinaciones posibles de lateralidad cruzada, siendo una de las más frecuentes la que se expresa con predominio diestro de mano y pie junto con predominio ocular izquierdo. La lateralidad cruzada tiene “mala prensa” en el ámbito de la Neuropsicología, ya que se ha asociado tradicionalmente a daño o disfunción cerebral y a dificultades de aprendizaje. Posiblemente fue el neurólogo Samuel Orton uno de los que involuntariamente generó este estereotipo al afirmar que las fórmulas de indefinición de la lateralidad eran frecuente causa de dislexia infantil. Sin embargo, no es cierto que la lateralidad cruzada por sí sola sea una manifestación neuropsicológica disfuncional, y una prueba de ello es que el porcentaje de personas con lateralidad cruzada o mixta en la población general supera el 30%, especialmente en las mujeres, como consecuencia de su mayor simetría cerebral.

Asimetrías funcionales

1. Asimetrías visuales

El sistema visual presenta asimetrías cerebrales en las áreas de asociación del lóbulo occipital (Áreas 18 y 19 de Brodmann), que guardan relación con el tipo de material visual procesado. En términos generales, el lóbulo occipital izquierdo es dominante para el reconocimiento visual de material verbal, mientras que el derecho es dominante en el procesamiento del material visual de contenido no verbal.

Para evaluar la existencia de posibles asimetrías del sistema visual se utilizan las técnicas de campo visual dividido (CVD). Hay que recordar que el sistema visual contiene fibras cruzadas nasales que desde cada ojo alcanzan el hemisferio cerebral contralateral, así como fibras ipsilaterales (temporales), que conectan cada ojo con el mismo hemisferio. La prueba de campo visual dividido consiste en presentar estímulos visuales en uno u otro hemicampo visual durante un corto lapso de tiempo, de tal modo que no se llegue a producir el reflejo sacádico de convergencia binocular. De esta manera es posible enviar información selectiva a uno u otro hemisferio, comprobando si existe asimetría para el procesamiento cerebral entre ambos hemisferios.

Si la presentación taquitoscópica de estímulos se realiza durante un período de tiempo inferior a los 100-150 milisegundos, no llega a producirse el reflejo sacádico ocular, por lo que es posible producir dos campos visuales separados: la información presentada en el hemicampo visual izquierdo será transferida únicamente al hemisferio cerebral derecho y lo contrario sucederá con los estímulos visuales presentados en el hemicampo visual derecho. El modelo dominante de asimetría que existe en el sistema visual cuando se utilizan las técnicas de CVD es el siguiente:

- a) Predominio en la capacidad de recuerdo y reconocimiento de estímulos verbales presentados en el hemicampo visual derecho (números, letras y palabras). Este hecho significa el predominio funcional del hemisferio izquierdo para el procesamiento visual del material verbal.
- b) Predominio del material no verbal presentado en el hemicampo visual izquierdo (caras, dibujos con sentido, figuras sin sentido), lo que implica el predominio del hemisferio derecho en el procesamiento del material visual de tipo no verbal.

Hay que significar que este modelo de asimetría visual es más frecuente en los varones y en las personas diestras, pudiendo existir una mayor variabilidad cuando se utiliza la técnica de campo visual dividido en muestra clínicas con trastornos neurológicos o psiquiátricos o en personas con otras fórmulas de lateralidad.

2. Asimetrías auditivas

Los estudios iniciales sobre asimetrías en el sistema auditivo se deben a Doreen Kimura, quien estudió la diferenciación cerebral que presentaban los pacientes que habían sido sometidos a lobotomía temporal. El sistema auditivo consta de vías cruzadas y no cruzadas, por lo que la información procedente de cada oído alcanza ambos hemisferios, finalizando en la Circunvolución de Heschl del lóbulo temporal, correspondiente a las áreas auditivas primarias.

La técnica de escucha dicótica ofrece la posibilidad de estudiar posibles asimetrías hemisféricas dependiendo del tipo de material auditivo que se presente. La presentación de estímulos dicóticos inhibe la activación de la vía ipsilateral que conecta cada oído con el hemisferio cerebral del mismo lado; por el contrario la vía que conecta cada oído con el hemisferio opuesto, se vuelve funcionalmente más activa, entre otras razones, porque tiene una mayor densidad de fibras. Mediante esta técnica se comprueba que la mayoría de las personas, especialmente los varones diestros, se ajustan al siguiente modelo de respuesta:

- a) Predominio del oído derecho (hemisferio izquierdo) para el reconocimiento de material verbal: las sílabas y los números habitualmente se reconocen mejor en este oído.
- b) Predominio del oído izquierdo (hemisferio derecho), cuando se presenta material auditivo no verbal como melodías, series tonales o ruidos del entorno.

La escucha dicótica es una prueba psicofísica sencilla y fiable, pero pueden aparecer modificaciones en los resultados, ya que la repetición progresiva puede producir una disminución de las diferencias de procesamiento verbal y no verbal entre ambos hemisferios. Por otra parte, como sucede con las restantes pruebas psicofísicas (test dicápticos o pruebas de campo visual dividido), no existe una dicotomización estricta en los resultados, ya que las diferencias de procesamiento entre el hemisferio izquierdo y el derecho son relativas. Se estima que un 80% de los diestros se adaptan al modelo descrito de asimetría cerebral.

En numerosas muestras clínicas se observan modificaciones que no se ajustan al modelo descrito. Muchos sujetos con síndrome de Down, autismo o dificultades de aprendizaje, tienen un predominio más frecuente del oído izquierdo (hemisferio derecho) en la escucha dicótica, que la población normal. De igual manera, las personas analfabetas o que han recibido escasa estimulación en fases tempranas de su vida tienden a presentar un modelo de respuesta en la escucha dicótica con indefinición en la lateralización del lenguaje.

3. Asimetrías somestésicas

El sistema háptico tiene la práctica totalidad de sus vías cruzadas en la especie humana, de tal manera que la información táctil presentada en la mano derecha es procesada por el lóbulo parietal izquierdo, mientras que lo contrario sucede en el caso de la mano izquierda. Si la presentación de estímulos se realiza durante períodos más largos de tiempo, la información háptica es procesada por ambos hemisferios cerebrales, ya que las comisuras interhemisféricas –especialmente el cuerpo calloso– reciben la información procedente de los receptores hápticos situados en la periferia.

Mediante los tests dicápticos, ideados por Broadbent, es posible comprobar la existencia de asimetrías somestésicas en las áreas asociativas de los lóbulos parietales. La presentación de estímulos mediante tests dicápticos habitualmente pone de manifiesto los siguientes resultados:

- a) Mayor eficacia de la mano izquierda en el reconocimiento de formas tridimensionales mediante la palpación.
- b) Predominio de la mano izquierda o lo que es lo mismo –predominio del hemisferio derecho– en el reconocimiento táctil de figuras geométricas con y sin sentido.
- c) Predominio de la mano derecha-hemisferio izquierdo en el reconocimiento de letras y números, especialmente en los sujetos diestros.

Este modelo de dominancia se observa aproximadamente en el 80% de la población. Las personas invidentes tienen un mayor predominio de la mano izquierda-hemisferio derecho en el reconocimiento del alfabeto Braille, ya que se trata de un código preferentemente espacial, donde la vía léxica inicialmente accede al reconocimiento del material mediante el tacto. Sin embargo, en los casos de ceguera congénita o adquirida en etapas tempranas, es posible que cambie el modelo de asimetría háptica, ya que el mayor grado de entrenamiento y la utilización suplementaria de áreas occipitales bihemisféricas para facilitar el reconocimiento somestésico, pueden facilitar esta circunstancia.

4. Asimetrías motoras

El sistema motor en la especie humana dispone de vías cruzadas y no cruzadas, lo que impide una valoración eficaz de las posibles asimetrías motoras. Se asume, no obstante, que la mayor activación de las áreas motoras de un hemisferio produce un incremento en las respuestas motrices de la extremidad situada en el lado opuesto. La Neuropsicología recurre a tres tipos de técnicas para evaluar las asimetrías en el sistema motor: observación y registro, interferencia motora y evaluación de los movimientos de ojos laterales.

a) Técnicas de observación y registro

Las técnicas de observación interjueces y la utilización de registro mediante videograbación permiten cuantificar el número de movimientos que el sujeto realiza con cada mano, dependiendo del tipo de procesamiento cognitivo que se esté realizando. De este modo, se demuestra que la mayoría de los interlocutores, especialmente varones diestros, realiza un mayor número de movimientos con su mano derecha cuando está disertando sobre un tema más relacionado con contenidos de tipo verbal, mientras que si el tema sobre el que se diserta tiene una mayor carga espacial, el mayor número de movimientos corresponderá a la mano izquierda. Por ejemplo, una persona que dé una conferencia sobre filología, teóricamente activará más su mano derecha, porque está activando más su hemisferio izquierdo. Por el contrario, si la exposición que realiza es sobre arquitectura, realizará un mayor número de movimientos con su mano izquierda. Aunque es una técnica poco sensible, es posible encontrar preferencia en la utilización de una u otra mano, especialmente en los varones diestros.

b) Interferencia motora

Las técnicas de interferencia motora consisten en proponer al sujeto que realice de manera simultánea una actividad motora junto a una tarea cognitiva de tipo verbal o espacial. La tarea verbal puede consistir en la lectura de un texto y la espacial en la localización de una determinada figura en una lámina presentada visualmente. Simultáneamente a la función cognitiva que se le demande, el sujeto debe realizar una tarea de golpeteo (*tapping*) con

ambas manos. Después de identificar cual es su línea-base, o frecuencia media de golpeteo con una y otra mano, se evalúa el efecto de interferencia que ejerce la presentación de material verbal o espacial sobre la velocidad de golpeteo; se comprueba que si la tarea cognitiva propuesta es de contenido verbal, produce un mayor grado de interferencia en la velocidad de respuesta sobre la mano derecha, ya que el hemisferio izquierdo suele tener el control de la actividad verbal, lo que produce un mayor bloqueo en la fluidez motora en la mano opuesta. Si, por el contrario, la tarea requerida es de contenido espacial, la mayor interferencia sobre la velocidad de golpeteo se producirá sobre la mano izquierda, que está inervada por el hemisferio derecho, dominante para el procesamiento espacial.

c) Movimiento de ojos lateral (M.O.L.)

La evaluación del movimiento de ojos lateral (M.O.L.) ha sido utilizada para evaluar la asimetría del sistema motor en función del tipo de tarea que se esté procesando. Se le pide al sujeto que realice mentalmente una tarea de contenido verbal, como por ejemplo, pensar en palabras que empiecen por una determinada letra, o que realice una actividad de tipo espacial como recorrer mentalmente una trayectoria a través de un lugar conocido. Se asume que cuando una persona está procesando material verbal existirá un mayor grado de activación del hemisferio izquierdo, lo que producirá un desplazamiento espontáneo de la mirada hacia el lado derecho. Si, por el contrario, se procesa mentalmente material de tipo espacial se producirá un MOL hacia el lado izquierdo. Aunque la eficacia de esta técnica se ha comprobado en numerosas ocasiones, sin embargo su fiabilidad es menor en comparación con otras pruebas psicofísicas.

5. Asimetrías de la memoria

El hemisferio izquierdo es dominante para el aprendizaje y la memoria verbal, mientras que el derecho lo es para el aprendizaje y la memoria no verbal. En general las lesiones hemisféricas unilaterales corroboran estas afirmaciones, especialmente cuando se producen en las caras internas de los lóbulos temporales, donde se localiza el hipocampo y las áreas adyacentes, más implicadas en los procesos de adquisición mnémica. Sin embargo, las lesiones unihemisféricas que afectan al lóbulo temporal (aunque no afecten a las áreas hipocámpicas), y en menor medida las correspondientes a los restantes lóbulos del córtex cerebral, también suelen producir deficiencias en la capacidad de aprendizaje y recuerdo de material verbal o no verbal, dependiendo de cual sea el hemisferio afectado.

La aplicación de terapia electroconvulsiva (TEC) también inhibe transitoriamente el aprendizaje y la memoria verbal cuando se utiliza sobre el hemisferio izquierdo, mientras que la memoria para el material no verbal (caras, imágenes, figuras geométricas) resulta más alterada tras la aplicación de TEC sobre el hemisferio derecho.

La supresión transitoria de la actividad hemisférica cerebral mediante la anestesia unilateral (test de Wada), produce amnesia no verbal cuando se inactiva el hemisferio derecho y amnesia verbal cuando se inhibe la actividad del hemisferio izquierdo.

Los sujetos diestros tienen un modelo de asimetría mnémica más estandarizado, mientras que existe un mayor grado de variabilidad en los zurdos y en las mujeres. Entre los zurdos, a su vez, existe una mayor diferencia intragrupal dependiendo de los factores que hayan modelado la zurdera (lesión cerebral precoz, presencia o ausencia de antecedentes familiares

de zurdera, etc). Una posible explicación de la mayor variabilidad del modelo de asimetría cognitiva que tienen los zurdos y las mujeres puede radicar en el hecho de que ambos tienen un cerebro más simétrico que los diestros, lo que facilita la utilización de estrategias bihemisféricas tanto para la realización de las tareas verbales como para las de tipo no verbal. Por otra parte, las lesiones precoces del cerebro pueden afectar al modelo de asimetría para la memoria, ya que cuando se producen lesiones unihemisféricas en niños de corta edad, es posible que las funciones mnémicas correspondientes al hemisferio lesionado, puedan ser transferidas al hemisferio preservado. También las lesiones tardías unihemisféricas que afectan a la memoria pueden producir una reorganización que implique el hemisferio preservado, que en alguna medida puede llegar a compensar los déficits de memoria del hemisferio opuesto.

6. Asimetrías del lenguaje

La asimetría hemisférica para el lenguaje ha sido estudiada de un modo más amplio tanto por la Neuropsicología como por otras Neurociencias, ya que la función lingüística resulta de importancia capital en el ser humano y su pérdida produce alteraciones más evidentes que la supresión de otras funciones mentales superiores de gran importancia como la atención, la percepción o las funciones ejecutivas. La especie humana es la única que de un modo mayoritario presenta el lenguaje localizado sobre un hemisferio, que en más del 95% de las ocasiones, corresponde al hemisferio izquierdo. La práctica totalidad de los diestros y la mayor parte de los zurdos utilizan más activamente su hemisferio izquierdo cuando procesan lenguaje comprensivo, expresivo o lectoescritor. Tanto las lesiones unihemisféricas como las técnicas neuroquirúrgicas y otras de tipo invasivo como el test de Wada ponen de manifiesto el predominio del hemisferio izquierdo en las actividades lingüísticas.

La aparición de la neuroimagen funcional, como se comenta en el Capítulo dedicado a los trastornos del lenguaje, ha relativizado las diferencias existentes entre el hemisferio izquierdo y el derecho, ya que si bien en esencia el modelo de lateralización del lenguaje no ha variado, gracias a la Resonancia Magnética Funcional (RMF) o a la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP), se pone de manifiesto que el hemisferio derecho tiene un mayor valor funcional en el lenguaje del que tradicionalmente se le había atribuido (Pinel, 2000).

Las áreas de Broca y Wernicke también presentan asimetría hemisférica, ya que si bien ambas son habitualmente dominantes en el hemisferio izquierdo, sin embargo sus áreas homólogas situadas en el hemisferio derecho también tienen algunas competencias lingüísticas (Tabla 6.6). La localización del lenguaje depende de que la persona sea diestra o zurda:

- a) Las personas diestras tienen localizados los centros del lenguaje en el hemisferio izquierdo en la práctica totalidad de los casos. En las escasas ocasiones en las que se puede demostrar que un diestro presenta una mayor activación de su hemisferio derecho para el lenguaje hay que sospechar en principio de la posible existencia de una lesión cerebral precoz que forzó la transferencia de las competencias lingüísticas desde el hemisferio izquierdo al derecho, a pesar de que la lateralidad manual siguió siendo diestra. Hay que tener en cuenta que si una lesión cerebral de presentación precoz tiene escasa entidad anatómica, es posible que las pruebas de neuroimagen anatómica sean incapaces de evidenciar el déficit a pesar de la alteración funcional que pueda ir asociada a dicha lesión. Es muy poco probable que un diestro tenga los centros del lenguaje localizados en ambos hemisferios cerebrales y posiblemente esta

circunstancia así como el predominio del hemisferio izquierdo para el lenguaje sean la expresión del creciente proceso de desarrollo neuroevolutivo de nuestra especie. Este principio universal que define a los diestros como personas con predominio del lenguaje en el hemisferio izquierdo, no excluye la posibilidad de que exista una relativa variabilidad intragrupo, según se pone de manifiesto durante la realización de tareas lingüísticas mientras se realiza valoración de la actividad cerebral mediante neuroimagen funcional, o en los tests de campo visual dividido, escucha dicótica o en pruebas dicápticas.

- b) Los zurdos pueden tener localizados los centros del lenguaje en cualquiera de los dos hemisferios o en ambos simultáneamente, pero mayoritariamente se adaptan al modelo de los diestros. En torno al 70% de los zurdos tiene sus centros del lenguaje en el hemisferio izquierdo, mientras que un 15% aproximadamente tiene al hemisferio derecho como dominante para el lenguaje y el 15% restante activa ambos hemisferios en tareas de lenguaje, es decir tiene un ambidominio. Los primitivos estudios realizados mediante el test de Wada ofrecían modelos de lateralización para el lenguaje excesivamente sesgados, ya que las poblaciones estudiadas eran quirúrgicas y por tanto se trataba de personas con lesiones cerebrales, cuya lateralización para el lenguaje era diferente a la de la población sin daño cerebral. En general, la lateralización hemisférica del lenguaje de un zurdo resulta menos predecible que la de un diestro, aunque la presencia de daño cerebral puede modificar su dominancia cerebral para el lenguaje.

Tabla 6.6. Asimetrías hemisféricas de las Áreas de Broca y de Wernicke

	ÁREA DE WERNICKE	ÁREA DE BROCA
LOCALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Circunvolución temporal superior. • Lóbulo temporal izquierdo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Circunvolución frontal inferior. • Lóbulo frontal izquierdo.
ÁREA DE BRODMANN	<ul style="list-style-type: none"> • 22 	<ul style="list-style-type: none"> • 44,45
FUNCIÓN BÁSICA	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje comprensivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje expresivo.
COMPETENCIAS DEL HEMISFERIO DERECHO	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos pragmáticos del lenguaje comprensivo. • Comprensión de la prosodia. • Reconocimiento de la melodía. • Comprensión de la gestualidad. • Comprensión del doble sentido del lenguaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos pragmáticos del lenguaje expresivo. • Prosodia expresiva. • Mímica expresiva.
COMPETENCIAS DEL HEMISFERIO IZQUIERDO	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión fonológica. • Comprensión semántica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Articulación del lenguaje oral y escrito.

7. Asimetrías de la atención

Aunque la atención implica numerosas estructuras córtico-subcorticales, las principales asimetrías atencionales se observan especialmente en las áreas asociativas del lóbulo frontal y del lóbulo parietal, ya que ambos son los principales gestores de la representación sensorial y motora de los procesos atencionales, participando en tareas de focalización, alternancia y resistencia a la distracción.

El hemisferio derecho es dominante en el control de la actividad atencional y sus lesiones afectan más intensamente a la respuesta atencional. El síndrome de heminegligencia y el síndrome confusional tienen mayor gravedad en caso de lesiones del hemisferio derecho, según se comentó en el Capítulo anterior, aunque sigue en discusión si en el TDAH son más relevantes las implicaciones del hemisferio derecho. Diversos factores que han sido ya comentados en el Capítulo dedicado a la Neuropsicología de la atención justifican la preponderancia del hemisferio derecho en el control de la atención, desde la presencia de una mayor densidad de fibras en la formación reticular, hasta el mayor incremento de su actividad metabólica durante la realización de tareas de atención sostenida.

Funciones hemisféricas y estilos cognitivos

El estudio de las lesiones cerebrales unihemisféricas puso de manifiesto desde hace más de cien años la existencia de diferencias funcionales entre el hemisferio izquierdo y el derecho. Aunque inicialmente se prestó atención únicamente al hemisferio izquierdo como responsable de la actividad lingüística, en la actualidad la incorporación de las técnicas de neuroimagen funcional ha facilitado la identificación de otras asimetrías interhemisféricas en sujetos sanos (Tabla 6.8).

1. Funciones del hemisferio izquierdo

De un modo genérico, recibe la denominación de hemisferio verbal o lingüístico porque es dominante en todas las modalidades de lenguaje oral y escrito.

Utiliza un procesamiento de tipo proposicional, es decir, utiliza estrategias analítico-secuenciales para el procesamiento de la información y lo hace de un modo deductivo, abstracto, digital, racional y proposicional.

Es dominante para la expresión de las emociones positivas. Se produce un mayor grado de activación metabólica y neurofisiológica durante el procesamiento de emociones positivas en el hemisferio izquierdo.

Es el hemisferio dominante para el razonamiento matemático, ya que el Área 40 del lóbulo parietal del hemisferio izquierdo es el principal centro responsable para las operaciones de procesamiento matemático.

Su organización neural es de tipo focal, presentando áreas funcionales más localizadas que el hemisferio derecho.

2. Funciones del hemisferio derecho

Se le considera como el hemisferio espacial o no verbal, porque es dominante en las actividades que requieren procesamiento visoespacial como lectura de mapas, orientación en el espacio, identificación de caras, memoria espacial, procesamiento de figuras percibidas mediante el tacto o la vista, etc.

Sus capacidades lingüísticas son muy limitadas ya que es incapaz de producir lenguaje y tiene aptitudes muy limitadas para la comprensión verbal. De forma complementaria interviene en la regulación de la prosodia, la entonación y lingüística y la creatividad literaria.

Es el hemisferio dominante en el control de la atención, tanto en la regulación del nivel de alerta como en la atención sostenida.

Utiliza un tipo de procesamiento aposicional, caracterizado por el estilo cognitivo intuitivo, imaginativo, sintético, simultáneo, concreto y emocional, es decir, procesa la información de un modo holístico y gestáltico. También se le considera como el hemisferio imaginativo y artístico.

Es dominante en la expresión de emociones negativas. Se produce un mayor grado de activación metabólica y neurofisiológica en el procesamiento de emociones negativas en este hemisferio.

Su organización neural es más difusa que la del hemisferio izquierdo y sus funciones tienden a estar más distribuidas.

Tabla 6.8. Características funcionales de los hemisferios cerebrales

	HEMISFERIO IZQUIERDO	HEMISFERIO DERECHO
DENOMINACIÓN HABITUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Verbal. • Lingüístico. • Dominante. 	<ul style="list-style-type: none"> • No verbal. • Espacial. • Visoespacial. • No dominante. • Icónico.
TIPO DE PROCESAMIENTO	PROPOSICIONAL <ul style="list-style-type: none"> • Digital. • Abstracto. • Lógico. • Racional. • Serial. • Analítico. • Temporal. • Sucesivo. • Fragmentario. 	APOSICIONAL <ul style="list-style-type: none"> • Analógico. • Concreto. • Intuitivo. • Emocional. • Paralelo. • Sintético. • Espacial. • Simultáneo. • Holístico.
ORGANIZACIÓN NEURAL	<ul style="list-style-type: none"> • Redes locales. • Funciones más localizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes difusas. • Funciones más distribuidas.
LENGUAJE	DOMINANTE <ul style="list-style-type: none"> • Comprensivo. • Expresivo. • Lectura. • Escritura. 	NO DOMINANTE <ul style="list-style-type: none"> • Mínima capacidad de comprensión. • Regula los aspectos prosódicos. • Regula los aspectos emotivos del lenguaje Interviene en la creatividad literaria.
PERCEPCIÓN	NO DOMINANTE <ul style="list-style-type: none"> • Esquema corporal. • Orientación autopsíquica. 	DOMINANTE <ul style="list-style-type: none"> • Análisis espacial. • Orientación alopsíquica. • Reconocimiento de caras. • Percepción de melodías. • Identificación somestésica.
MOTRICIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Predomina en las funciones motoras simbólicas. • Predomina en las funciones motoras complejas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Predomina en la actividad motora gruesa. • Predomina en actividades motoras que no requieren control verbal. • Mímica y gestualidad facial.
OTRAS FUNCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Dominante en razonamiento matemático. • Dominante en memoria verbal 	<ul style="list-style-type: none"> • Dominante en el control atencional. • Dominante en memoria espacial.

3. Estilos cognitivos y hemisfericidad

Se atribuye a Pavlov el origen del estudio de las primeras diferencias cognitivas entre ambos hemisferios, al referirse a la personalidad científica, asociada al predominio funcional del hemisferio izquierdo y la personalidad creativa dirigida por el hemisferio derecho. Posteriormente los estilos cognitivos se han definido como modos consistentes que muestran las personas tanto en sus tareas perceptivas como intelectuales, o también el modo general y habitual de procesar la información. La hemisfericidad se refiere al estilo cognitivo predominante de uno u otro hemisferio. De esta manera, existirían dos estilos cognitivos relacionados con la hemisfericidad cerebral:

- a) Estilo analítico, más relacionado con el predominio funcional del hemisferio izquierdo. Se caracteriza por la tendencia al uso de estrategias de tipo proposicional para la resolución de problemas. Es más frecuente en varones diestros y posiblemente esté relacionado con un mayor grado de asimetría cerebral.
- b) Estilo holístico-intuitivo-sintético, más estrechamente relacionado con el predominio funcional del hemisferio derecho. Las mujeres y los zurdos tienden a emplear más este tipo de estrategias de tipo bihemisférico, como consecuencia de su mayor grado de simetría cerebral.

Síndromes hemisféricos

1. Síndrome hemisférico izquierdo

Las lesiones de cada lóbulo cerebral producirán una gama de síntomas específicos que dependerán de su lateralización izquierda o derecha en el cerebro (Tabla 6.9).

En general, las lesiones del hemisferio izquierdo presentan las siguientes características diferenciales:

- a) Las lesiones de menor tamaño suelen producir trastornos de mayor entidad que las lesiones homólogas producidas sobre el hemisferio derecho.
- b) Con frecuencia se producen diversos cuadros afásicos afectando al lenguaje oral y escrito.
- c) Hay mayor riesgo de que las apraxias ideatorias e ideomotoras sean de mayor gravedad que las homólogas del hemisferio derecho.
- d) Sus lesiones afectan más al pensamiento lógico conceptual y la capacidad de abstracción, estando más preservado el pensamiento aposicional.
- e) El humor tiende al pesimismo y al catastrofismo, especialmente en determinados cuadros afásicos.

2. Síndrome del hemisferio derecho

El daño cerebral en el hemisferio derecho, en términos generales, suele presentar las siguientes características:

- a) Las lesiones de menor extensión en general tienen menos efectos que en el hemisferio izquierdo, porque sus funciones están más distribuidas como consecuencia de la mayor densidad de sus conexiones, lo que facilita la compensación mediante neuroplasticidad intrahemisférica.
- b) Son frecuentes los trastornos visoperceptivos y de orientación espacial, con dificultad para el reconocimiento de figuras geométricas, caras, melodías, nociones topográficas o para la orientación en el espacio externo.
- c) Se producen agnosias de mayor gravedad que en las lesiones del hemisferio izquierdo, especialmente agnosia musical, prosopagnosia y agnosia cromática.
- d) Son más graves las apraxias constructivas.
- e) Sus lesiones suelen preservar la estructura simbólica del lenguaje, aunque pueden producir trastorno en los aspectos pragmáticos, especialmente disprosodia comprensiva o expresiva.

- f) Se ve más afectado el pensamiento concreto e intuitivo, estando mejor preservado el pensamiento conceptual.
- g) Son más frecuentes los síntomas de euforia y desinhibición social, predominando más los sentimientos anosognósicos en torno a sus déficit neurológicos que en las lesiones del hemisferio izquierdo.

Tabla 6.9. Principales manifestaciones de la lesión cerebral en los lóbulos cerebrales de cada hemisferio

EFECTOS DE LA LESIÓN		
LÓBULO	HEMISFERIO IZQUIERDO	HEMISFERIO DERECHO
FRONTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Afasia de Broca. • Afasia transcortical motora. • Pérdida de iniciativa verbal. • Pérdida de fluidez verbal. • Adinamia motora. • Hemiplejia distal derecha. • Síndrome disejecutivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disprosodia motora. • Concretismo. • Fuga de ideas. • Alteración del comportamiento socioadaptativo. • Hemiplejia distal izquierda. • Síndrome disejecutivo.
PARIETAL	<ul style="list-style-type: none"> • Trastornos de memoria sensorial verbal. • Trastornos de memoria inmediata sensorial verbal. • Desorientación autopsíquica. • Alteraciones del esquema corporal. • Apraxia ideomotora. • Apraxia ideatoria. • Acalculia. • Síndrome de Gerstmann. • Apraxia gestual. • Apraxia oral. • Acalculia . • Trastornos de codificación simbólico-espacial integrada. • Agnosia verbal pura. • Agnosia digital. • Autopagnosia. • Analgoagnosia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trastornos de memoria sensorial icónica. • Trastornos de memoria inmediata sensorial espacial. • Desorientación espacial alopsíquica. • Apraxia constructiva. • Acalculia espacial. • Síndrome de heminegligencia. • Asomatognosia. • Apraxia del vestido. • Trastornos de la representación espacial integrada. • Trastornos de atención. • Simultagnosia.
TEMPORAL	<ul style="list-style-type: none"> • Trastornos del ritmo. • Afasia de Wernicke. • Afasia anómica. • Afasia transcortical sensorial. • Amnesia verbal. • Agnosia verbal. • Anomia para los colores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disprosodia sensorial. • Amnesia espacial. • Amusia sensorial. • Agnosia para los sonidos.
OCCIPITAL	<ul style="list-style-type: none"> • Alexia sin grafía. • Alexia agnósica. • Agnosia semántica para denominar objetos. • Anomia para los colores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alexia espacial. • Prosopagnosia. • Agnosia espacial. • Simultagnosia.

3. El síndrome de desconexión

En 1874, Wernicke describió el primer caso documentado de síndrome de desconexión dentro del hemisferio izquierdo, al describir la Afasia de conducción, caracterizada por la pérdida de conectividad de los centros del lenguaje comprensivo y expresivo como consecuencia de la lesión del fascículo arqueado. Posteriormente Liepmann demostró que la desconexión callosa producía apraxia ideomotora unilateral izquierda. Sin embargo los estudios más relevantes sobre los efectos de la comisurotomía cerebral se deben a Sperry y a Gazzaniga, quienes a partir de los años 50 del pasado siglo, realizaron operaciones de comisurotomía para el tratamiento quirúrgico de las epilepsias fármaco-resistentes.

El síndrome de desconexión está causado por la pérdida de conectividad anatómica y funcional entre ambos hemisferios, como consecuencia de lesiones en las comisuras interhemisféricas, especialmente el cuerpo caloso. La lesión congénita o adquirida de las comisuras que conectan ambos hemisferios puede tener consecuencias variables sobre los procesos cognitivos, ya que su misión consiste en sincronizar la información sensorio-perceptiva, motora y cognitiva que recibe cada hemisferio, facilitando los procesos de lateralización cerebral. La desconexión interhemisférica de causa congénita recibe la denominación de agenesia del cuerpo caloso; la desconexión adquirida, provocada mediante neurocirugía, recibe la denominación de comisurotomía, “*split brain*” o cerebro escindido.

El cuerpo caloso es la principal estructura conectiva interhemisférica y se sitúa por debajo de la circunvolución del cíngulo. En el adulto mide 7-8 centímetros de largo y tiene un grosor entre 10 y 18 milímetros. Está compuesto por más de 200 millones de fibras y es la mayor estructura neuroanatómica del interior del cerebro humano (Figura 6.3). En su anatomía se distinguen cuatro zonas:

- a) Pico o *rostrum*, situado en la zona anterior, contiene fibras que conectan ambos lóbulos frontales.
- b) Rodilla o *genu*, conecta también ambos lóbulos frontales.
- c) Cuerpo o tronco, une áreas frontales y parietales de ambos hemisferios.
- d) Esplenio o rodete: es una zona más engrosada situada en la parte posterior y conecta entre sí los lóbulos temporales y occipitales de los dos hemisferios.

Figura 6.3. Resonancia Magnética del cuerpo caloso



3.1. Comisurotomía

Las comisuras interhemisféricas más importantes además del cuerpo calloso son la comisura blanca anterior y el trígono. Otras comisuras tienen menor importancia como la comisura posterior y el *septum*. Desde hace más de sesenta años se empezaron a realizar operaciones de comisurotomía, fundamentalmente callosotomías, que permitían disminuir la intensidad de las crisis epilépticas parciales fármaco-resistentes que se generalizaban sobre ambos hemisferios utilizando el cuerpo calloso como vía de propagación. Inicialmente se realizaban callosotomías completas, aunque en la actualidad se recurre a la comisurotomía selectiva, escindiendo únicamente la zona más próxima al foco epiléptico, y respetando las restantes áreas del cuerpo calloso y el trígono.

Desde un punto de vista clínico los pacientes que han sufrido callosotomía siguen realizando un estilo de vida normal con posterioridad a la operación, pudiendo pasar inadvertidos sus síntomas. Sin embargo, pueden surgir alteraciones secundarias, especialmente si se produce lesión del territorio arterial que vasculariza al cuerpo calloso. Únicamente mediante una evaluación neuropsicológica más precisa se puede comprobar la existencia de alteraciones como consecuencia de la comisurotomía:

a) Anomia táctil izquierda

Los objetos que se palpan con la mano izquierda y que no se perciben visualmente no se pueden denominar semánticamente. El problema no se debe a un trastorno afásico ni a una asternognosia, sino que los estímulos táctiles procedentes de la mano izquierda van al hemisferio derecho a través de los haces de fibras subcorticales, pero la ausencia de cuerpo calloso impide la transferencia de dicha información a las áreas del lenguaje del hemisferio izquierdo, lo que impide su denominación. Por el contrario si se palpa algún objeto con la mano derecha, el sujeto no se presentará anomia táctil, ya que el propio hemisferio izquierdo, al que han sido transferidas las informaciones directamente, puede realizar un procesamiento semántico de la información táctil.

b) Alexia táctil izquierda

Es una derivación de la anomia táctil izquierda y se caracteriza por la incapacidad para identificar las letras palpadas con la mano izquierda. Este hecho no se produce si el sujeto identifica las letras con su mano derecha, ya que la información pasaría directamente al hemisferio izquierdo.

c) Apraxia ideomotora unilateral izquierda bajo órdenes verbales

La apraxia ideomotora de los pacientes comisurotomizados consiste en la incapacidad para ejecutar órdenes verbales y sólo atañe al hemicuerpo izquierdo. La capacidad para imitar gestos es correcta y las actividades gestuales de la vida cotidiana no están modificadas. Las órdenes verbales recibidas por el hemisferio izquierdo no pueden ser transmitidas al Área premotora del hemisferio derecho, ya que la escisión del cuerpo calloso impide al hemisferio derecho transmitir la orden motora a la mano izquierda.

d) Apraxia constructiva derecha

Consiste en la incapacidad para la reproducción gráfica de pruebas visoperceptivas como la Figura Compleja de Rey en sujetos diestros, que realizan mejor la prueba con la mano

izquierda que con la derecha, ya que dicha apraxia se caracteriza por la incapacidad para transferir al hemisferio izquierdo órdenes de tipo icónico procedentes del hemisferio derecho. La reproducción de modelos gráficos se realiza mal con la mano derecha, ya que las informaciones visoperceptivas que tienen que ir desde el hemisferio derecho al izquierdo –que gobierna la mano derecha– se realizan defectuosamente. Si le pedimos al sujeto que dibuje una casa, por ejemplo, lo hará mejor con la mano izquierda que con la derecha aunque no sea zurdo, por esta misma razón.

e) Hemialexia izquierda

Consiste en la incapacidad para percibir estímulos con contenido lingüístico presentados en el hemicampo visual izquierdo bajo presentación taquistoscópica, ya que las palabras representadas en el lado izquierdo son transferidas al hemisferio derecho, quien a su vez es incapaz de enviar al hemisferio izquierdo la información verbal ante la ausencia del cuerpo calloso. En cambio, la presentación taquistoscópica de palabras en el hemicampo visual derecho permite que las palabras puedan ser leídas por el paciente sin dificultades, ya que acceden directamente al hemisferio izquierdo.

f) Anomia olfatoria unilateral derecha

Los olores no pueden denominarse cuando son presentados en la ventana derecha de la nariz, sin que se trate de un trastorno anósmico, sino de una incapacidad del hemisferio izquierdo para realizar la denominación del estímulo oloroso, ya que la ausencia de cuerpo calloso impide la transferencia de información para su tratamiento semántico. Hay que recordar que los bulbos olfatorios situados en la base de los lóbulos frontales no presentan decusación sino que inicialmente envían información al mismo hemisferio en el que se encuentran situados.

g) Alexitimia

La alexitimia se define como la incapacidad o dificultad para la expresión y la interpretación de las emociones. Los pacientes comisurotomizados suelen alcanzar puntuaciones más elevadas en cuestionarios de alexitimia y la causa se debe a que en ausencia del cuerpo calloso, el hemisferio derecho no puede transmitir al izquierdo las órdenes para que interprete el significado de las emociones, produciéndose un incremento de las manifestaciones alexitímicas. En términos generales se acepta que el hemisferio derecho es dominante en las emociones, por lo que la pérdida de comisuras impediría transferir tanto la comprensión como la expresión de las emociones hacia el hemisferio izquierdo.

3.2. Agenesia del cuerpo calloso

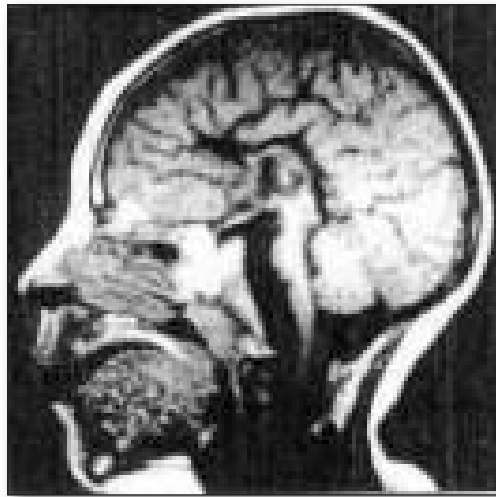
El cuerpo calloso se desarrolla entre el tercer y el quinto mes de gestación, pero por diversas causas genéticas o adquiridas puede verse interrumpido su desarrollo. En los casos más graves se produce una agenesia completa, sin que se formen fibras interhemisféricas (Figura 6.4). En estos casos las alteraciones neurológicas y neuropsicológicas que presentará el niño al nacer siempre serán de mayor gravedad y la presencia asociada de crisis epilépticas tempranas empeorará el pronóstico. La comisura blanca anterior es mucho menos relevante anatómica y funcionalmente que el cuerpo calloso, pero en ausencia de éste puede constituir una vía sustitutoria alternativa para conectar ambos hemisferios. La

agenesia del cuerpo calloso puede darse dentro de un contexto malformativo y acompañarse de retraso mental o de manifestaciones psicóticas, aunque también la inteligencia puede ser normal. Existen dos modalidades de agenesia del cuerpo calloso según el momento de su presentación: precoz y tardía.

a) Agenesia precoz

Se produce antes de las 12 semanas de gestación. En los casos más graves existirá agenesia completa, acompañada de ausencia o malformación de otras estructuras comisurales como el *septum* o el trígono. El hueco que tendría que ocupar el cuerpo calloso está ocupado por un acúmulo de células formado por meningiomas, lipomas o heterotopias, sin función conectiva. En este caso las consecuencias neurológicas y neuropsicológicas son de mayor gravedad, ya que se producirá alteración en el proceso de organogénesis que puede afectar a otras estructuras cerebrales. Puede darse la agenesia completa de manera aislada, o combinarse con otras malformaciones como holoprosencefalia, síndrome de Dandy Walker o esquizencefalia. El desarrollo intelectual del sujeto siempre estará comprometido, presentando deficiencia mental severa (Figura 6.4).

Figura 6.4. Resonancia Magnética de un caso de agenesia completa del cuerpo calloso



b) Agenesia tardía

Se produce a partir del cuarto mes de gestación y es una agenesia de tipo parcial. Suelen estar preservados el rostro y la rodilla del cuerpo calloso y ausente la mitad posterior, especialmente el esplenio, ya que el desarrollo ontogenético del cuerpo calloso se realiza en sentido anteroposterior. Desde el punto de vista neuropsicológico el rendimiento intelectual de estos niños es variable. En un 10% de los casos los niños con disgenesia del cuerpo calloso tienen inteligencia normal y en algunos casos es posible que no existan síntomas, por varias razones: en primer lugar es posible que se produzca representación bihemisférica de las funciones cognitivas. En segundo lugar se ha podido producir un

fortalecimiento de las vías motoras y sensoriales ipsilaterales, lo que puede paliar la ausencia de transferencia de información interhemisférica. Por último, es posible que otras comisuras, como la comisura blanca anterior lleguen a suplir al menos parcialmente la actividad del cuerpo calloso. Han sido descritos trastornos de lateralización como consecuencia del desarrollo incompleto del cuerpo calloso, ya que una de sus funciones es establecer la asimetría del lenguaje. En el test de Wada frecuentemente se demuestra que los sujetos con disgenesia del cuerpo calloso tienen representación bilateral del lenguaje. Determinados casos de dislexia también pueden estar asociados a agenesia y también este fenómeno se puede producir en algunos zurdos.