

Cerebro Derecho, Cerebro Izquierdo. Implicaciones Neuropsicológicas de las Asimetrías Hemisféricas en el Contexto Escolar

Righ Brain, Left Brain: Neuropsychological Implications of Hemispheric Asymmetries in a School Context

José Antonio Portellano Pérez
Universidad Complutense de Madrid

Resumen. Existen asimetrías cerebrales anatómicas y funcionales en diversas especies. Sin embargo las asimetrías funcionales interhemisféricas son más relevantes en la especie humana, observándose en distintos dominios perceptivos, motores y cognitivos. En términos generales el hemisferio izquierdo es dominante para el lenguaje mientras que el derecho lo es para el procesamiento perceptivo-espacial. Las asimetrías anatómicas del cerebro están presentes desde la última fase del embarazo, mientras que las funcionales se consolidan a lo largo de la infancia. Muchos procesos de aprendizaje escolar están estrechamente vinculados con las asimetrías cerebrales, especialmente en el ámbito del lenguaje. Igualmente numerosas patologías neuropediátricas están asociadas con trastornos de la dominancia cerebral. Los estilos cognitivos hemisféricos y la definición de la lateralidad manual son dos ámbitos que debe tener en cuenta la neuropsicología escolar para optimizar la eficiencia cognitiva de los escolares normales, y muy especialmente, de aquellos que presentan alteraciones neurodisfuncionales o dificultades específicas de aprendizaje.

Palabras clave: asimetrías cerebrales, neuropsicología infantil, estilos cognitivos, lateralidad.

Abstract. Cerebral anatomical and functional asymmetries exist in different species. Nevertheless, the functional inter-hemispherical asymmetries are more relevant in humans, particularly observed in perceptive, motor and cognitive domains. In general terms, the left hemisphere is dominant for language whereas the right is dominant for perceptive-spatial processing. The anatomical asymmetries of the brain are present from the last stage of pregnancy, whereas the functional ones are consolidated along childhood. A lot of school learning processes are closely linked to brain asymmetries, especially in the area of language. Likewise, a lot of neuro-pediatric pathologies are associated with cerebral dominance disorders. The cognitive hemispherical styles and the definition of handedness are two areas to be considered by school neuropsychology in order to optimize cognitive efficiency of normal students but especially of students who showing neuro-functional disorders or specific learning disabilities.

Key words: brain asymmetries, child neuropsychology, cognitive styles, handedness.

La correspondencia sobre este artículo deberá enviarse al autor al Departamento de Psicobiología. Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid. Correo electrónico: japp@psi.ucm.es

Aspectos conceptuales de las asimetrías cerebrales

Desde sus orígenes, el estudio de las asimetrías cerebrales constituyó uno de los capítulos más importantes del *corpus* científico de la neuropsicología (Ardila & Rosselli, 2007). En numerosas especies animales se observan diferencias interhemisféricas (Glick, 1985), aunque solamente en los seres humanos éstas constituyen un rasgo distintivo, en correspondencia con su mayor grado de desarrollo cerebral y neurocognitivo (Portellano, 1992). Desde la antigüedad se intuyó la existencia de posibles diferencias entre ambos hemisferios, aunque solo se empezaron a confirmar en la segunda mitad del siglo XIX, especialmente a partir de la localización de las áreas cerebrales que regulaban el lenguaje.

El estudio de las diferencias hemisféricas fue una de las raíces más sólidas que propiciaron el desarrollo posterior de la neuropsicología como ciencia autónoma. Autores como Dax, Bouillaud y especialmente Broca y Wernicke, confirmaron el predominio del hemisferio izquierdo para el lenguaje, asentando las bases del estudio científico de las asimetrías cerebrales. En la actualidad, gracias a las aportaciones procedentes de la neurociencia cognitiva y la neuroimagen funcional –entre otras- se ha avanzado de manera significativa en el conocimiento de las diferencias interhemisféricas en la especie humana. Aunque durante mucho tiempo se mantuvo una concepción estática que postulaba un predominio funcional hemisférico absoluto, hoy se sustenta más una visión dinámica e interactiva entre ambos hemisferios que concibe las asimetrías cerebrales como un fenómeno gradual. Sin embargo quedan todavía muchas lagunas sobre el tema, por lo que no constituye un capítulo cerrado (Hellige, 1993; Springer & Deutsch, 2001).

La definición de las asimetrías cerebrales es un proceso gradual que se consolida de modo progresivo. En el momento de nacer están presentes las diferencias neuroanatómicas interhemisféricas, que ya son visibles en el cerebro del feto durante el último tercio del embarazo (Benson & Zaidel, 1985;

Lepore, et al, 1986). Sin embargo, las diferencias funcionales entre el hemisferio izquierdo y el derecho –lejos de estar consolidadas en el momento del nacimiento- experimentan un desarrollo progresivo que, muchas veces, finaliza en la adolescencia e incluso en la edad adulta (Annet, 1985).

Diferencias interhemisféricas del cerebro humano

Las diferencias anatómicas entre ambos hemisferios son mucho menos acusadas y relevantes que las de tipo funcional. La asimetría neuroanatómica más frecuente se observa en el plano temporal izquierdo, que suele ser mayor que el homólogo derecho en el 70% de las personas, especialmente en los varones con predominio manual diestro (Geschwind & Levitsky, 1968; Knaus et al., 2005). Las restantes asimetrías cerebrales se presentan con menor frecuencia (Geschwind & Galaburda, 1984; Hellige, 1993). En la tabla 1 se pueden consultar las principales asimetrías anatómicas del cerebro humano.

Las asimetrías funcionales tienen un valor más específico en nuestra especie y se expresan únicamente en las áreas asociativas del cerebro, haciéndose patentes en diversos dominios como: atención, memoria, lenguaje, percepción y regulación motora (Bryden, 1982; Portellano & Robles, 1999).

Asimetrías cognitivas

El hemisferio derecho es dominante en el control de la actividad atencional y sus lesiones afectan más intensamente a la respuesta atencional, tanto en sujetos normales como en los que presentan daño cerebral adquirido. De manera habitual el Síndrome de Heminegligencia y el Síndrome Confusional causados por lesiones del hemisferio derecho tienen mayor gravedad que las lesiones homólogas del hemisferio izquierdo (Portellano, 2005).

La asimetría para el lenguaje es una de las más relevantes, ya que en torno al 95% de la población

Tabla 1. Principales diferencias neuroanatómicas de los hemisferios cerebrales

Predominio anatómico del hemisferio izquierdo	Predominio anatómico del hemisferio derecho
<ul style="list-style-type: none"> - Mayor proporción de sustancia gris. - Mayor tamaño del plano temporal. - Mayor superficie del territorio que irriga la arteria cerebral media. - Mayor prolongación horizontal de la cisura de Silvio hacia la zona posterior. - Mayor densidad neuronal en el área de Broca. - Superficie oculta del área de Broca con mayor extensión. - Mayor número de arborizaciones dendríticas en el opérculo frontal. - Predomino de las áreas talámicas implicadas en el lenguaje. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor peso. - Mayor densidad. - Predominio anatómico del lóbulo frontal y especialmente del área prefrontal. - Mayor elevación de la cisura de Silvio en la zona posterior. - Mayor superficie de la circunvolución de Heschl. - Mayor desarrollo del giro cingular anterior derecho.

presenta predominio del hemisferio izquierdo para el lenguaje, si bien hoy se acepta que las diferencias interhemisféricas a favor del hemisferio izquierdo no son tan rígidas ni tan estrictas como se postulaba antes de la llegada de la neuroimagen funcional (Bradshaw, 1989; Pinel, 2000).

El hemisferio izquierdo es dominante para los aprendizajes verbales, mientras que el derecho lo es para el aprendizaje no verbal. El lóbulo temporal izquierdo está más especializado en el registro, archivo y evocación del material verbal, mientras que el derecho lo está en el procesamiento mnémico de material icónico (García et al., 1995).

Asimetrías perceptivo-motoras

Las áreas asociativas del sistema visual presentan diferente grado de eficiencia, dependiendo del tipo de material que se tenga que procesar. En términos generales, el lóbulo occipital izquierdo es dominante para el reconocimiento visual del material verbal, mientras que el derecho es dominante para el procesamiento del material visual de contenido no verbal como caras u objetos.

Las asimetrías funcionales del sistema auditivo han sido ampliamente estudiadas mediante las técnicas de escucha dicótica introducidas por Broadbent

y Kimura. El hemisferio derecho es dominante en el procesamiento de información auditiva no verbal, mientras que el izquierdo predomina en el de la información auditiva verbal, más vinculada al lenguaje.

La información somestésica se procesa de modo diferenciado por ambos hemisferios. Las áreas de asociación parietales derechas son más eficientes que las homólogas del hemisferio izquierdo para el procesamiento háptico, la identificación táctil y orientación espacial. La resonancia magnética funcional ha confirmado la superioridad del hemisferio derecho en el reconocimiento estereognóstico (Harada et al., 2004).

En el sistema motor las diferencias interhemisféricas son menos acusadas que en el procesamiento perceptivo. No obstante, el hemisferio izquierdo tiene un papel dominante en la ejecución de los movimientos que se realizan con cualquiera de las dos manos (Babiloni et al., 2003).

Las diferentes asimetrías definen las peculiaridades de procesamiento de cada uno de los dos hemisferios cerebrales. De esta manera el hemisferio izquierdo, además de ser considerado como el hemisferio verbal, tiene un tipo de procesamiento analítico-secuencial, mientras que el derecho, denominado habitualmente hemisferio espacial, se caracteriza por manifestar un tipo de procesamiento intuitivo.

tivo-holístico (Ostrosk & Ardila, 1986). En la tabla 2 se presentan las principales diferencias funcionales que existen entre ambos hemisferios en la especie humana.

Psicología Clínica, la Neuropediatría y la Psicología Educativa (Portellano, 2009). El conocimiento más profundo de las relaciones entre las funciones mentales superiores y el cerebro en desarrollo permite

Tabla 2. Principales asimetrías funcionales de los hemisferios cerebrales

	HEMISFERIO IZQUIERDO	HEMISFERIO DERECHO
DENOMINACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> – Verbal – Lingüístico 	<ul style="list-style-type: none"> – No verbal – Espacial
PROCESAMIENTO COGNITIVO	<p>PROPOSICIONAL</p> <ul style="list-style-type: none"> – Digital – Abstracto – Lógico – Racional – Serial – Analítico – Temporal – Sucesivo – Fragmentario 	<p>APOSICIONAL</p> <ul style="list-style-type: none"> – Analógico – Concreto – Intuitivo – Emocional – Paralelo – Sintético – Espacial – Simultáneo – Holístico
ORGANIZACIÓN NEURAL	<ul style="list-style-type: none"> – Redes más locales – Funciones más localizadas 	<ul style="list-style-type: none"> – Redes más difusas – Funciones más distribuidas
LENGUAJE	<p>DOMINANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Comprensivo – Expresivo – Lectura – Escritura 	<p>NO DOMINANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Regula los aspectos prosódicos – Regula los aspectos emotivos del lenguaje – Interviene en la creatividad literaria
PERCEPCIÓN	<p>NO DOMINANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Esquema corporal – Orientación espacial autopsíquica 	<p>DOMINANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Análisis espacial – Orientación espacial alopsíquica – Reconocimiento de caras – Reconocimiento de mapas – Procesamiento de la música – Identificación somestésica
MOTRICIDAD	<ul style="list-style-type: none"> – Predomina en las funciones motoras simbólicas – Predomina en las funciones motoras complejas – Control motor de ambas manos 	<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"> – Razonamiento matemático – Memoria verbal – Expresión de emociones positivas 	<ul style="list-style-type: none"> – Control atencional – Memoria espacial – Expresión de emociones negativas

Implicaciones neuropsicológicas de las asimetrías cerebrales en el ámbito escolar

La Neuropsicología Infantil se constituyó como especialidad independiente a partir de los años 80, convirtiéndose desde el principio en una eficaz herramienta de trabajo en diversos ámbitos como la

optimizar las estrategias de prevención, diagnóstico y rehabilitación en el ámbito educativo (Manga, 1997; Aylward, 1997; Berembaum, 1998). Por esta razón, uno de los retos que debe asumir la Neuropsicología en los próximos años debe ser el conseguir la definitiva consolidación de la Neuropsicología Infantil (Portellano, 2009).

Al igual que sucede en los adultos, la lateralización de las funciones hemisféricas es un importante capítulo dentro de la neuropsicología infantil. Las asimetrías anatomofuncionales del cerebro del niño son similares a las del adulto, aunque a nivel funcional se acepta que las funciones cognitivas están menos lateralizadas. Las diferencias interhemisféricas están activamente implicadas en muchos procesos de aprendizaje escolar, especialmente en los relacionados con lenguaje, lectoescritura o matemáticas (Kouriliski et al., 1971; Reynolds, 1997).

Las alteraciones anatomofuncionales en la asimetría cerebral son habituales en muchos casos de fracaso escolar de origen neurodisfuncional. Desde hace más de ochenta años se conoce la implicación que tienen los trastornos de lateralización en las dificultades específicas de aprendizaje. Durante mucho tiempo ha persistido un gran interés hacia los trastornos de lateralidad infantiles por parte de la comunidad educativa. Anteriormente se asociaban las alteraciones en la lateralización con las dificultades de aprendizaje escolar, en ocasiones mediante una relación de causa-efecto. Actualmente persisten ciertos prejuicios que consideran los trastornos de lateralidad como factor causante de las dificultades de aprendizaje. Evidentemente esta creencia es errónea en la mayoría de las ocasiones, ya que el origen de dichas dificultades depende de la acción combinada de diversos factores genéticos, madurativos, neuropatológicos o ambientales. Sin embargo, resulta innegable que la incidencia de alteraciones en la lateralización es mucho más elevada en patologías neuropediátricas que en niños típicos normales.

De esta manera, se observa una mayor frecuencia de problemas de lateralidad y dominancia cerebral en cuadros muy diferentes entre sí como: deficiencia mental, espectro autista, trastorno específico del lenguaje, trastorno por déficit de atención con hiperactividad o sufrimiento perinatal. Por dichas razones, la evaluación de la lateralidad debería incluirse siempre en el protocolo del diagnóstico neuropsicológico, especialmente en el ámbito escolar, lo cual no siempre sucede. Un conocimiento más profundo de la lateralidad infantil así como de sus posibles

alteraciones permitirá realizar programas de rehabilitación cognitiva o adaptaciones curriculares de un modo más eficiente.

Nos vamos a centrar de manera más específica en dos problemas que frecuentemente se relacionan con las asimetrías cerebrales dentro del contexto escolar: los estilos cognitivos y la definición de la lateralidad.

Estilos cognitivos y enseñanza

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 tiene una gran importancia (Geschwind & Galaburda, 1987). Aunque los factores biológicos son, inicialmente el origen de las asimetrías interhemisféricas, la acción de los factores ambientales puede incrementar o disminuir la expresividad de las asimetrías funcionales hemisféricas entre ambos sexos. Del mismo modo, existen diferencias cualitativas en el modo procesar la información en uno y otro sexo que pueden facilitar la utilización preferente de determinados tipos de enseñanza (tabla 3).

Las niñas desarrollan más precozmente el hemisferio izquierdo, mientras que en los niños se produce una maduración más rápida del hemisferio derecho (Hanlon et al., 1999). Los varones suelen presentar mayor asimetría que las mujeres en el plano temporal izquierdo, mientras que otras estructuras como el cuerpo calloso están más desarrolladas en las mujeres. Funcionalmente también existen asimetrías diferenciadas entre ambos géneros, ya que las hembras tienen mayor grado de simetría, utilizando más activamente ambos hemisferios para el procesamiento cognitivo, en comparación con los varones (Benbunan y Portellano, 1995).

Estas diferencias parecen justificar la utilización de métodos de enseñanza adaptados a la idiosincrasia de uno u otro sexo. Los estilos cognitivos se han definido como modos consistentes que muestran las personas tanto en sus tareas perceptivas como inte-

Tabla 3. Principales asimetrías cerebrales del hombre y la mujer

	HOMBRES	MUJERES
ANATOMÍA CEREBRAL	<ul style="list-style-type: none"> —Cerebro más asimétrico —Mayor desarrollo del plano temporal izquierdo —Mayor retraso en el desarrollo anatómico del hemisferio izquierdo —Disminución del volumen del cuerpo calloso en la edad adulta 	<ul style="list-style-type: none"> —Cerebro más simétrico —Mayor simetría en el plano temporal —Mayor retraso en el desarrollo del hemisferio derecho —Cuerpo calloso más desarrollado —El cuerpo calloso puede incrementar su tamaño
LATERALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> —Mayor proporción de zurdos 	<ul style="list-style-type: none"> —Menor proporción 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 sufrir daño cerebral —Peor pronóstico y peores posibilidades de recuperación de funciones 	<ul style="list-style-type: none"> —Efectos menos invasivos tras sufrir daño cerebral —Mayores posibilidades de recuperación de funciones —Funcional
ÁREAS CON MAYOR EFICIENCIA COGNITIVA	<ul style="list-style-type: none"> —Visopercepción —Rotación mental de figuras en el espacio —Lectura de mapas —Geometría —Aprendizaje de laberintos —Memoria de objetos y formas —Razonamiento matemático —Composición musical —Ajedrez 	<ul style="list-style-type: none"> —Fluidez verbal —Recepción y producción de lenguaje —Tareas verbales complejas: analogías y comprensión de material escrito —Creatividad literaria —Velocidad perceptiva —Actividades manuales de precisión motriz —Cálculo numérico

lectuales y también el modo general y habitual de procesar la información. En relación con los estilos cognitivos se ha acuñado el término de “hemisfericidad” para referirse al estilo cognitivo predominante de uno u otro hemisferio (Bogen, 1975). De esta manera, hay dos estilos cognitivos relacionados con el predominio funcional de uno u otro hemisferio: el analítico y el sintético-holístico.

El estilo analítico está relacionado con el predominio funcional del hemisferio izquierdo y se caracteriza por la tendencia al uso preferente 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. El estilo sintético-holístico se vincula más estrechamente con el predominio funcional del hemisferio derecho y a la utilización de ambos hemisferios en el procesamiento cognitivo. Las mujeres y los zurdos tienden a emplear más frecuentemente este tipo de

estrategia ya que ambos presentan un mayor grado de simetría cerebral.

Lateralidad manual y aprendizaje

La lateralidad es una de las principales manifestaciones de la dominancia cerebral, especialmente para el lenguaje. Aunque las asimetrías anatómicas ya están presentes a partir del nacimiento, no sucede lo mismo con la lateralidad, que –al igual que la definición de las restantes asimetrías interhemisféricas– muestra un desarrollo progresivo a través de la infancia. En los primeros meses de vida la dominancia manual no está determinada, aunque a partir de los dos años se empieza a afianzar el predominio diestro en la mayoría de los niños. Finalmente se produce la consolidación de la lateralidad al término de la adolescencia (Lenneberg, 1967; Kourilski et al., 1971).

Durante los primeros cursos de la escuela infantil hay una mayor incidencia de zurdos y ambidextros, como consecuencia de la falta de definición en la dominancia cerebral. Sin embargo, a medida que avanzan los procesos de mielinización de las áreas asociativas del cerebro, se produce una disminución en el número de zurdos y ambidextros, en paralelo al incremento en la proporción de diestros. Lógicamente las exigencias escolares condicionan la necesidad de elegir 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 indefinición de la lateralidad de un modo espontáneo en la mayoría de los casos. A los 6 años los niños y niñas tienen suficientemente definida su lateralidad, lo que les permite afrontar con éxito el aprendizaje de la lectura y la escritura.

La lateralidad manual no es simplemente una actividad motora, sino que la utilización preferente y continuada de la mano derecha o la izquierda para realizar actividades unimanuales, genera y consolida nuevos circuitos sensitivo-motores en las áreas encefálicas implicadas, especialmente en la escritura. Por esta razón, salvo excepciones, no se debería modificar la lateralización manual del niño una vez que éste ha iniciado el aprendizaje sistemático de la escritura, a la edad de 6 ó 7 años. Un cambio de mano para la escritura implica la modificación de las conexiones neurales previamente establecidas durante el periodo de aprendizaje de la preescritura, con las correspondientes e innecesarias molestias que ello acarrea al niño, incluso en el plano emocional. Si el niño es ambidextro o tiene ligero predominio en el uso de la mano izquierda para las actividades unimanuales, es recomendable adiestrarle para que utilice su mano derecha, especialmente si tiene menos de 5 años, ya que le provocará menos inconvenientes.

Cuando exista un predominio funcional nítido de la mano izquierda, es mejor respetar y estimular una lateralización zurda. Si, por el contrario, se trata de un zurdo contrariado que ha sido entrenado previamente a utilizar su mano derecha para la escritura, solo se debe cambiar de mano si el niño o la niña tienen

menos de 6 años, ya que a medida que avanza el desarrollo neurobiológico, se van consolidando los engramas sensoriomotores en las áreas neurales reguladoras de la escritura. En estos casos de zurdera contrariada, reentrenar la mano derecha para la escritura generará siempre mayores problemas (Portellano, 2001).

Como conclusión, una de las funciones del neuropsicólogo dentro del ámbito escolar consiste en evaluar de un modo preciso cual es el grado de definición de la lateralidad del niño, para evitar los trastornos derivados de una deficiente o inadecuada lateralización. 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 (Harris, 1997). Por este motivo, es necesario que -junto al estudio de la lateralidad infantil- se evalúen otros parámetros neurocognitivos, determinando los puntos fuertes y débiles, como base para una posible intervención cognitiva.

Referencias

- Annet, M. (1985). *Left, right, hand and brain: the right shift theory*. Erlbaum: Hillsdale.
- Ardila, A. y Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología Clínica*. México: El Manual Moderno.
- Aylward, G.P. (1997). *Infant and Early Childhood Neuropsychology*. New York: Plenum Press.
- Babiloni, C.; Carducci, F. Del Gratta, F.; Demartin, M.; R; Fomani, G.L.; Babiloni, F. y Tossini, P.M. (2003). Hemispherical asymmetry in human SMA during voluntary simple unilateral movements. An fMRI study. *Cortex*, 39, 293-305.
- Benbunan, B. y Portellano, J.A. (1995). Influencia de la interacción sexo-lateralidad manual en habilidades verbales y visoespaciales. *Psiquis*, 18 (8), 323-331.
- Benson, D. F. y Zaidel, E. (eds.). (1985). *The dual brain: hemispheric specialization in humans*. Nueva York: Guilford.

- Berembaum, S.A. (1998). *Developmental neuropsychology*. Lawrence: Erlbaum Association.
- Bogen, J.E. (1975). The other side of the brain. VII Some educational aspects of hemispheric specialization. *UCLA Educator*, 17, 24-32.
- Bradshaw, J.L. (1989). *Hemispheric specialization and psychological function*. New York: John Wiley.
- Bryden, M.P. (1982). *Laterality: functional asymmetry in the intact brain*. Nueva York: Academic.
- García; L.M.; Portellano, J.A.; Martínez; R.; Zahonero, C.; Pascual, C. (1995). Memoria y lateralidad. Memoria Verbal y espacial en sujetos diestros y zurdos. *Archivos de Neurobiología*, 58 (4), 377-389.
- Geschwind, N. y Levitsky (1968). Human Brain: Left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*, 161, 186-187.
- Geschwind, N. y Galaburda A. M. (1984). *Cerebral dominance: the biological foundations*. Cambridge: Harvard University Press
- Geschwind, N. y Galaburda A. M. (1987). *Cerebral lateralization: biological mechanisms, associations and pathology*. Cambridge: The MIT Press.
- Glick, S.D. (1985). *Cerebral lateralization in nonhumans species*. Nueva York: Academic Press.
- Hanlon, H.; Thatcher, R.; Cline, M. (1999). Gender differences in the development of EEG coherence in normal children. *Developmental Neuropsychology*, 16, 1479-506.
- Harada, T.; Saito, D.N.; Kashikura, K.; Sato, T. Yonekura, Y.; Honda, M. y Sadato, N. (2004). Asymmetrical neural substrate of tactile discrimination in humans: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 24, 7524-7530.
- Harris, A.J. (1997). *Test de Dominancia Lateral*. Madrid: Tea Ediciones.
- Hellige, J.B. (1993). *Hemispheric Asymmetry: What's right and what's left*. Cambridge: Harvard University Press.
- Knaus, T.A.; Bollich, A.M.; Corey, D.M.; Lemen, L.C. & Foundas, A.L. (2006). Variability in perisylvian brain anatomy in healthy adults. *Brain and language*, 97, 219-232.
- Kourilski, R.; Hecaen, H.; Grapin, P. & Martinet, P. (1971). *Mano derecha y mano izquierda*. Buenos Aires: Proteo.
- Lenneberg, E.H. (1967). *Biological foundations of language*. New York: Willey.
- León, I. & Portellano, J.A. (1999). Depresión Infantil. Su relación con la lateralidad y la asimetría de las funciones cognitivas. *Archivos de Neurobiología*, 62(1), 35-48.
- Lepore, F.; Ptito, M. y Jaspers, H.H. (1986). *Two hemispheres-One brain*. Nueva York: Alan R. Liss.
- Manga, D. & Fournier, C. (1997). *Neuropsicología Clínica Infantil. Estudio de casos en edad escolar*. Universitas: Madrid.
- Ostrosky, F. & Ardila, A. (1986). *Hemisferio derecho y conducta*. México: Trillas.
- Pinel, P.J. (2000). *Biopsicología*. Madrid: Prentice Hall.
- Portellano, J.A. (1992) *Introducción al Estudio de las Asimetrías Cerebrales*. Madrid: CEPE.
- Portellano, J.A. & Robles, J.I. (1999). Lateralidad y funciones cognitivas. Estudio de su interacción. *Clínica y Salud*, VIII, 9 (3): 549-562.
- Portellano, J.A. (Coord.) (2003). *Neuropsicología Infantil*. Madrid: Fundación MAPFRE.
- Portellano, J.A. (2009). *Presente y futuro de la Neuropsicología*. Conferencia dictada en el II Congreso Nacional de Psicología de Colombia (COLPSIC) y I Congreso Internacional de la Asociación Colombiana de Psicología (ASCOFAPSI). Medellín, Colombia.
- Reynolds C.R. (1997). *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum Press Corporation.
- Springer, S.P. & Deutsch, G. (2001). *Cerebro Izquierdo. Cerebro derecho*. Barcelona: Ariel Neurociencia.
- Teeter, P.A. (1997). *Child Neuropsychology: Assessment and Interventions for Neurodevelopment*. New Jersey: Allyn & Bacon.

Manuscrito recibido: 21/10/2009

Revisión recibida: 28/11/2009

Manuscrito aceptado: 31/11/2009