



## Diferencias sexuales en el sistema nervioso humano. Una revisión desde el punto de vista psiconeurobiológico

José Antonio Gil-Verona<sup>1</sup> (*Universidad de Valladolid, España*),  
José Angel Macías (*Universidad de Valladolid, España*),  
Juan Francisco Pastor (*Universidad de Valladolid, España*),  
Félix de Paz (*Universidad de Valladolid, España*), Mercedes Barbosa  
(*Universidad de Valladolid, España*), María Antonia Maniega (*Hospital  
Universitario de Valladolid, España*), José María Román (*Universidad de  
Valladolid, España*), Alfonso López (*Universidad de Oviedo, España*),  
Isabel Alvarez-Alfageme (*Universidad de Valladolid, España*),  
Lorena Rami-González (*Hospital Clinic de Barcelona, España*) y  
Teresa Boget (*Hospital Clinic de Barcelona, España*)

(Recibido 17 abril 2002 / Received April 17, 2002)

(Aceptado 9 septiembre 2002 / Accepted September 9, 2002)

**RESUMEN.** Actualmente se ha descrito la existencia de diferencias sexuales en la neuropsicología de la cognición. En este estudio teórico abordamos el tema de si los factores biológicos desempeñan un papel importante en dichas diferencias. Ha sido demostrado que las mujeres aventajan a los hombres en habilidades verbales, en motricidad fina y en velocidad perceptiva, mientras que los hombres adultos tienen mayor habilidad para resolver pruebas espaciales, estas diferencias cognitivas se pueden explicar mediante seis hipótesis: organización cerebral diferente, factores endocrinos, medio ambiente social, modelo genético, velocidad de maduración e hipótesis antropológica. Tras el estudio detallado de estas hipótesis podemos llegar a la conclusión que las diferencias sexuales en la neuropsicología de la cognición son debidas, en parte, a factores genéticos y, en parte, pueden ser moduladas por los factores socio-culturales. Hay que considerar

<sup>1</sup> Correspondencia: Facultad de Medicina. Ramón y Cajal, 7. 47005 Valladolid (España). E-Mail: gil@med.uva.es

al sexo como una variable independiente en la evaluación de diferentes programas y tener en cuenta el dimorfismo sexual cerebral para explicar las diferencias en la prevalencia de distintas patologías neuropsiquiátricas.

**PALABRAS CLAVE.** Asimetría funcional. Diferencias sexuales. Dimorfismo sexual cerebral. Estudio teórico.

**ABSTRACT.** Nowadays it has been described the existence of sexual differences in the neuropsychology of cognition. In this review we discuss whether the biological factors play a significant role in said differences. It has been demonstrated that women lead men in verbal skills, fine motiveness and in perceptiveness, while adult men show higher skills to solve spatial tests. These differences relating cognition can be explained by using six hypotheses: Different cerebral organization, endocrine factors, social environment, genetic model, maturing velocity and anthropologic hypothesis. After the careful study of these hypothesis we can be concluded that sexual differences relating neuropsychology of cognition are due, at least in part, to genetic factors and can be in part modulated by socio-cultural factors. Sex has to be considered as an independent variable in the evaluation of different programs and sexual cerebral dimorphism has to be used to explain the differences in the maintenance of different neuropsychiatric pathologies.

**KEYWORDS.** Brain sexual dymorphism. Functional asymmetry. Sexual differences. Theoretical study.

**RESUMO.** Actualmente tem sido descrita a existência de diferenças sexuais na neuropsicologia da cognição. Neste estudo teórico abordamos o tema do papel que os factores biológicos desempenham nas ditas diferenças. Tem sido demonstrado que as mulheres têm vantagem sobre os homens nas capacidades verbais, na motricidade fina e na velocidade perceptiva, enquanto que os homens têm melhores capacidades para resolver provas espaciais. Estas diferenças relacionadas com a cognição podem ser explicadas com base em seis hipóteses: organização cerebral diferente, factores endócrinos, meio ambiente social, modelo genético, velocidade de maturação e hipótese antropológica. Após um estudo cuidadoso destas hipóteses podemos concluir que as diferenças sexuais na neuropsicologia da cognição são, em parte, a factores genéticos, e em parte, podem ser moduladas por factores socio-culturais. A variável sexual deve ser considerada como independente na avaliação de diferentes programas e ter em conta o dimorfismo sexual cerebral para explicar as diferenças na prevalência de distintas patologias neuropsiquiátricas.

**PALAVRAS CHAVE.** Assimetria funcional. Diferenças sexuais. Dismorfismo sexual cerebral. Estudo teórico.

### Introducción

Actualmente está bien establecido que el cerebro es la base de la mente y que entre los dos hemisferios que lo forman existen diferencias anatómicas y funcionales. Asimismo, es bien conocida la influencia de las diferencias sexuales en la neuropsicología de la

cognición. Un tema candente y muy discutido es si las diferencias sexuales en las aptitudes cognitivas se deben principalmente a una organización cerebral distinta en la mujer que en el varón. Aunque todavía no existe un cuerpo de doctrina concluyente, sí que hay una gran cantidad de datos que indican que los factores biológicos desempeñan un papel importante en algunas diferencias cognitivas entre varones y mujeres.

### **Asimetría funcional del cerebro**

En condiciones normales el cerebro funciona como un todo armónico y unitario gracias a que ambos hemisferios están unidos por sistemas comisurales, fundamentalmente, el cuerpo calloso. Aunque es preciso tener en cuenta que cada hemisferio está especializado en la realización de aspectos particulares de la actividad global del cerebro. El conocimiento de la asimetría funcional se ha logrado estudiando los síntomas que presentan los pacientes con una destrucción total o casi total de un hemisferio cerebral o el comportamiento de pacientes epilépticos con crisis intratables farmacológicamente y en los que se practica una sección terapéutica del cuerpo calloso, la comisurotoma, que conlleva el funcionamiento por separado de cada hemisferio. A partir de la década de los años setenta se ha desarrollado una serie de técnicas que exploran la realización de tareas que requieren una estimulación bilateral y al mismo tiempo de ambos ojos, ambos oídos o ambas manos, permitiendo investigar la asimetría funcional cerebral en individuos con el cerebro sano o intacto. Las funciones asimétricas más significativas, aunque no las únicas, son las siguientes: lenguaje hablado, leído y escrito, ritmos y melodías, conocimiento de los rostros, del espacio, de las formas geométricas y de los objetos.

La asimetría cerebral se afecta por diferentes variables, entre las que se encuentra el sexo y la mano utilizada preferentemente (diestros o zurdos). Por razones de limitación de espacio y porque es lo más estudiado, a continuación sólo comentaremos la influencia de la variable sexo.

#### *Asimetría cerebral y sexo*

Desde la publicación de «Psicología de las diferencias sexuales» por MacCoby y Jacklin (1974) se sabe que cuando en un grupo de individuos sanos se exploran las capacidades lingüísticas y espaciales se encuentran diferencias según los sexos. Las mujeres son mejores en aptitudes que requieren el uso de estrategias lingüísticas y los hombres en las que necesitan la utilización de estrategias espaciales. En un trabajo realizado por Catalina (1996) con 125 estudiantes se demostró que los hombres presentaban una aptitud espacial significativamente mejor que las mujeres. Las diferencias de las capacidades espaciales son más manifiestas hacia los diez años, para luego mantenerse estables a lo largo de toda la vida. Los hombres y los niños sobresalen en la capacidad de hacer girar mentalmente los objetos, en el reconocimiento de formas, en la distinción izquierda-derecha así como en la representación en dos dimensiones de objetos que tienen tres; además, los hombres son mejores en el cierre perceptual y en el desdoblamiento de formas visuales en conjuntos completos. Las diferencias en las capacidades lingüísticas son más intensas durante los primeros años de vida, las niñas hablan antes, su fluidez

y su articulación verbal son mejores y aprenden a leer y a escribir más fácilmente; a partir de la adolescencia estas diferencias entre sexos tienden a disminuir. Junto a una mayor capacidad lingüística, las mujeres sobresalen en la velocidad perceptual y en la memoria visual.

Actualmente se piensa que las capacidades lingüísticas y espaciales son más asimétricas en el hombre, dependiendo el lenguaje del hemisferio izquierdo y el reconocimiento espacial del derecho. En las mujeres ambas capacidades están distribuidas más simétricamente entre ambos hemisferios. Los datos que indican una menor asimetría del lenguaje y de las aptitudes espaciales en la mujer provienen del estudio de observaciones clínicas y del comportamiento de individuos sanos utilizando las técnicas de estimulación dióptica y bimanual. Así, por ejemplo, en relación con las observaciones clínicas, Frith y Vargha-Khadem (2001) analizaron la capacidad de lectura y otras aptitudes verbales en una muestra de 45 niños y niñas con lesión cerebral unilateral y describieron que en los niños se producía alteración de dichas funciones sólo cuando la lesión se localizaba en el lado izquierdo, mientras que las niñas no suelen sufrir alteraciones significativas con lesión de cualquiera de los hemisferios. Las técnicas de estimulación dióptica y bimanual se basan en que las informaciones sensoriales que llegan a los órganos de los sentidos son transmitidas de manera predominante al hemisferio contralateral, que siente y percibe más rápida y fielmente la información proveniente de la mano, del oído o del hemicampo visual del lado opuesto; esto es, el hemisferio contralateral a un órgano de percepción es el más eficaz para el tratamiento de la información originada en dicho órgano. La técnica de estimulación dióptica de Kimura (1983) consiste en presentar, simultáneamente en ambos oídos, tres pares de sílabas o palabras durante unos segundos y después de cada ensayo se pide al sujeto que recuerde el mayor número posible de sílabas o palabras. La proporción de hombres que muestran una ventaja para el oído derecho es superior a la de las mujeres, lo que indica que en general, en los hombres el hemisferio izquierdo es el lingüístico. En la técnica de estimulación bimanual de Witelson, el sujeto debe reconocer con los ojos tapados y por palpación activa dos objetos de formas gratuitas presentados simultáneamente, uno en cada mano. Los objetos se palpan durante diez segundos y después hay que reconocerlos en un conjunto de representaciones visuales de seis formas del mismo género. En los hombres se observa una ventaja para los objetos tocados con la mano izquierda y reconocidos por tanto por el hemisferio derecho; en cambio, en las mujeres no hay diferencias entre ambas manos lo que indica que la percepción de formas es bihemisférica. Desde el punto de vista de las alteraciones neurológicas, las mujeres con lesiones del hemisferio izquierdo presentan menos déficit lingüísticos o espaciales que los hombres con lesiones similares; además, la recuperación postraumática es siempre mejor en la mujer. En caso de lesiones o disfunciones en el hemisferio izquierdo, las funciones lingüísticas pueden ser transmitidas en su totalidad más fácilmente al hemisferio derecho en las niñas, lo que explica la menor incidencia en éstas de alteraciones del lenguaje tales como la afasia del desarrollo, la dislexia o el autismo. En general, las mujeres están más protegidas contra las diversas lesiones neurológicas, ya que el hemisferio derecho está menos especializado en algunas funciones y tiene mayor plasticidad.

### Reflexiones sobre las diferencias sexuales en el cerebro

Podemos resumir todo lo anterior diciendo que las mujeres adultas aventajan a los hombres en habilidades verbales, en movimientos finos (motricidad fina) y en velocidad perceptiva. En cambio, los hombres adultos tienen más habilidad que las mujeres adultas para resolver tests espaciales; además, el hombre aventaja a la mujer en conocimiento espacial y praxis espacial. ¿Cómo podríamos explicar estas diferencias? En esta revisión se describen seis hipótesis para explicar las diferencias cognitivas entre hombres y mujeres.

#### *Organización cerebral diferente*

Durante la década de los años setenta se han investigado las diferencias sexuales en el cerebro de los mamíferos, encontrándose diferencias en casi todas las especies estudiadas, como roedores, monos, etc. (Gorski, Gordon, Shyrne y Southam, 1978; Nottenbohm y Arnold, 1976; Phoenix, Goy, Gerall y Young, 1959) y más recientemente en el ser humano; en este último, estas diferencias se han observado principalmente en tres estructuras: el hipotálamo, la comisura anterior y el cuerpo calloso (Allen y Gorski, 1990; Lacoste-Utamsing y Holloway, 1982; MacGlone, 1980). Así, en el hipotálamo los primeros trabajos que describieron la existencia de núcleos dimórficos sexuales fueron realizados por Gorski *et al.* (1978), quienes describieron que los núcleos del área preóptica eran de 3 a 8 veces mayores en las ratas macho que en las hembras, diferencia tan evidente, que según sus propias palabras se podía ver a simple vista en las tinciones de Nissl. Posteriormente, se han descrito diferencias sexuales en dichos núcleos en el ser humano (Hofman y Swaab, 1989; Swaab y Hofman, 1988), describiendo que es dos veces mayor y contiene aproximadamente el doble número de células en seres humanos varones jóvenes que en mujeres. Diferentes grupos de investigación han demostrado que dos agrupaciones neuronales de la región anterior, los denominados núcleos INAH2 y INAH3 son más pequeños en las mujeres que en los hombres, es decir, son sexualmente dimórficos (Allen, Hines, Shyrne y Gorski., 1989; Allen y Gorski, 1990). El *locus coeruleus* también es considerado una estructura dimórfica sexual, más grande y con mayor número de neuronas en las mujeres que en los varones (Pinos *et al.*, 2001). Ide y Aboitiz (2001) han descrito la existencia de diferencias sexuales en el patrón de presentación del surco postcentral en el hemisferio izquierdo. Good *et al.* (2001), midiendo el volumen de sustancia gris de distintas zonas encefálicas, han descrito la existencia de un volumen bilateral mayor tanto en los lóbulos temporales como en la corteza rinal y entorrinal, y en los lóbulos anteriores del cerebelo. Kaasinen, Nagren, Hietala, Farde y Rinne (2001), estudiando las diferencias entre ambos sexos en los niveles de receptores dopaminérgicos estriatales D2 en el cerebro humano *in vivo*, demostraron que los niveles son mayores en las mujeres, lo que podría reflejarse en las diferencias de género que existen en algunas patologías ligadas al sistema dopaminérgico. En cuanto al cuerpo calloso, existen datos contradictorios, por lo menos a la luz de los conocimientos actuales, probablemente debido a problemas metodológicos (Bermúdez y Zatorre, 2001; Dorion, Capron y Duyme, 2001); así, mientras clásicamente se ha venido describiendo que su parte posterior -el esplenio- es más bulboso y significativamente mayor en las mujeres que en los hombres, actualmente varios autores describen que en relación con

el tamaño cerebral los hombres tienen un cuerpo calloso mayor (Aydinoglu *et al.*, 2000; Sullivan, Rosenbloom, Desmond y Pfefferbaum, 2001). La comisura blanca anterior es el 12% mayor en las mujeres que en los hombres (Swaab, Chung, Kruijver, Hofman e Ishunina, 2001) y la adherencia intertalámica está presente en el 78% de las mujeres frente al 68% de los varones, y entre los que la presentan es mayor en las mujeres (Allen y Gorski, 1990). Además, se han descrito diferencias funcionales sexuales que no se ven reflejadas en diferencias en cuanto al número de neuronas, pero sí en cuanto a su actividad; así, en el núcleo supraóptico las neuronas secretoras de vasopresina son más activas en hombres que en mujeres, lo que explica las diferencias sexuales en los niveles plasmáticos de vasopresina (Ishunina y Swaab, 1999). Gur *et al.* (1995), realizando trabajos con tomografía de emisión de positrones para evaluar la distribución cerebral del metabolismo de glucosa, demostraron que los hombres tienen mayor índice de metabolismo en las regiones ténporo-límbicas y en el cerebelo, y menor índice en las regiones cinguladas.

#### *Factores endocrinos*

Las hormonas son necesarias para el desarrollo adecuado de diferentes estructuras cerebrales; así, por ejemplo, se ha descrito que las hormonas gonadales pueden actuar como factores neurotróficos y colaborar en el desarrollo de circuitos cerebrales; además, también se ha descrito que pueden provocar, en algún caso, fenómenos de apoptosis neuronal (Gorski, 1998). La neocorteza de los roedores y probablemente del resto de los mamíferos en general tiene receptores para hormonas gonadales, con lo que es razonable presumir que las hormonas pueden afectar al funcionamiento del cerebro. Tomados en su conjunto, todos los resultados nos sugieren que el cerebro de los hombres se organiza según líneas diferentes del cerebro de las mujeres desde una edad muy temprana. Las hormonas sexuales dirigen esta diferenciación durante el desarrollo, existiendo una relación entre los niveles de determinadas hormonas y la estructura cognitiva en la edad adulta (Gouchie y Kimura, 1991). Uno de los hallazgos más fascinantes, a nuestro parecer, en relación a este tema es que las pautas cognitivas pueden seguir siendo sensibles a las fluctuaciones hormonales a lo largo de toda la vida; así, trabajos iniciados por Hampson y Kimura (1998) están demostrando que el rendimiento de las mujeres en determinadas tareas cambiaba a lo largo del ciclo menstrual; los niveles altos de hormonas correspondían a una relativa disminución en la capacidad espacial (Halpern y Tan, 2001; Postma, Winkel, Tuiten y VanHonk, 1999; Tropp y Markus, 2001).

#### *El medio ambiente social, factores culturales*

Diferentes investigaciones en este campo han puesto de manifiesto que factores socio-culturales y la alfabetización pueden afectar a las estrategias cognitivas para resolver problemas y situaciones (modo cognoscitivo), pero no modifican realmente la organización hemisférica. Si las diferencias sexuales en la cognición se debieran únicamente a lo socio-cultural, éstas deberían ser más acusadas con el tiempo, lo que no es así, ya que las diferencias en las capacidades lingüísticas se atenúan con el tiempo y las diferencias en las capacidades espaciales se mantienen estables. Además,

recientemente se ha elaborado un modelo que relaciona el sexo, la utilización de la mano derecha o izquierda como mano preferente y las capacidades lingüísticas y espaciales, encontrándose una interacción significativa entre sexo y mano preferente. A la luz de estos resultados es difícil pensar que los factores socio-culturales por sí solos expliquen estas diferencias (Amunts, Jancke, Mohlberg, Steinmetz y Zilles, 2000; Chapell, 1999; Halpern, Haviland y Killian, 1998; Kinoshita, 2001; Snyder y Harris, 1993).

#### *Modelo genético*

Según algunos autores, el factor genético es el más importante para determinar variaciones en la habilidad espacial. Se postula que un gen recesivo localizado en el cromosoma X favorece el desarrollo de habilidades espaciales. En el varón es suficiente la presencia de un gen para producir el efecto, en la mujer es preciso que existan dos genes. Si un gen es recesivo para un determinado rasgo, éste no se expresará en una mujer a menos que el gen esté presente en los dos cromosomas X. En el varón es suficiente su presencia en un solo cromosoma X, es decir, los hombres tienen mayor probabilidad de expresar este rasgo y sólo un 24% de las mujeres supera las habilidades espaciales medias de un hombre.

#### *Velocidad de maduración*

Aunque actualmente hay autores que describen que las diferencias sexuales en la maduración cerebral son todavía mal conocidas, sí que se demuestra la existencia de diferencias sexuales en los procesos madurativos cerebrales (De-Bellis *et al.*, 2001). Con independencia del sexo, los adolescentes que maduran más tempranamente rinden mejor en tests verbales que en tests de habilidades espaciales; los que maduran más tardíamente se comportan de modo opuesto. Cuanto más lentamente madura un niño (niña) tanto mayor es la asimetría cerebral observada y tanto mejor sus rendimientos en tests espaciales. Se sabe también que las mujeres maduran física y cerebralmente más rápidamente que los hombres y es posible que la tasa de maduración determine, en parte, la menor asimetría cerebral. Quizá lo que transfiera el gen recesivo comentado en el modelo genético no sea la habilidad espacial sino una tasa de velocidad de maduración lenta y por lo tanto una mayor asimetría cerebral y una habilidad mayor en tests espaciales.

#### *Hipótesis antropológica*

Los antropólogos se encuentran en una posición única para tratar sobre la naturaleza y la educación como determinantes del comportamiento humano. Dentro del enfoque antropológico podemos distinguir tres conjuntos de teorías: en primer lugar, las elaboradas por los primeros antropólogos; en segundo lugar, las derivadas del enfoque funcionalista; y, por último, las enmarcadas dentro de la corriente estructuralista (Moya, 1984). A partir de mediados del siglo XX, con el auge de los viajes a tierras y pueblos desconocidos, comienza a desarrollarse con mucha fuerza la etnología y la antropología. Morgan (1877), en cuyas aportaciones se basaron Marx y Engels para su concepción sobre los sexos, postuló la idea del colectivismo sexual primitivo, que conlleva necesariamente el matriarcado, ya que la única manera de asegurar la filiación es por

vía materna. Estas aportaciones fueron posteriormente cuestionadas por los hechos y rechazadas, a pesar de la buena aceptación de que gozaron al principio. El enfoque funcionalista se introduce en la antropología, sobre todo, en la realizada en el área anglosajona, en los años treinta. Según el funcionalismo, los sentimientos y actitudes se hallan moldeados por el clima social y representan un papel activo en el funcionamiento social, pues son un instrumento que la sociedad emplea para regular sus actividades. Las concreciones prácticas de ese enfoque teórico, en lo que se refiere a los diferencias sexuales, van en la línea de afirmar «la igualdad en la diferencia»; es decir, que las mujeres y los hombres pertenecen a dos ámbitos separados, diferentes, pero complementarios, y así han de mantenerse, so pena de crear poderosos conflictos sociales (Evans-Pritchard, 1970). En Europa, la antropología se vio muy influenciada por el estructuralismo, cuyo principal representante es Lévi-Strauss (1969). El estructuralismo surge en gran medida del estudio de la familia, de ahí que conceda gran importancia al “parentesco”. Según Lévi-Strauss, la “humanidad” surge con el nacimiento del matrimonio, que ocurre debido a la prohibición del incesto y a la instauración de la exogamia. Actualmente, se está desarrollando una serie de líneas de investigación que basadas en las anteriores sugieren que las diferencias en los modelos cognitivos entre uno y otro sexo surgieron porque resultaron ser ventajosas desde el punto de vista evolutivo, y su significado evolutivo reside probablemente en un pasado muy lejano. A lo largo de los millones de años que duró la evolución de las características de nuestro cerebro, el hombre vivía en grupos de cazadores-recolectores. En una sociedad así, la división del trabajo entre los sexos debería ser tajante, la caza y ciertas técnicas agrícolas, en particular arar, se atribuyeron a los hombres debido a su mayor fortaleza y tamaño. Tal especialización habría impuesto diferentes presiones de selección entre hombres y mujeres; aquéllos necesitarían encontrar caminos a través de largas distancias y habilidad para acertar a un blanco, las mujeres precisarían orientarse sólo en cortos recorridos, capacidad motriz fina y discriminación perceptiva a cambios en el ambiente (Fisher, 1996, 1999). Esta división del trabajo vinculada al género es algo que se ha encontrado en todas las culturas estudiadas y por lo tanto el desarrollo de esta línea de investigación podría contribuir a conocer mejor diversos aspectos del dimorfismo sexual.

### Conclusiones

- Para especies como la nuestra, en la que la única forma de reproducción es la sexual, la selección por sexos ha generado dimorfismo sexual; cada individuo para reproducirse debe ser macho o hembra. La diferenciación sexual es el proceso mediante el que los individuos desarrollan un cuerpo, sistema nervioso y conducta masculina o femenina.
- La existencia de diferentes zonas y estructuras cerebrales con dimorfismo sexual ha de tener importantes consecuencias funcionales.
- Algunas diferencias sexuales de la función cognitiva han quedado demostradas, así los hombres realizan mejor que las mujeres tareas visoespaciales y las mujeres llevan a cabo las tareas verbales mejor que los hombres. Los niños superan a

las niñas en una relación 13 a 1 en la capacidad para el razonamiento matemático avanzado. Aunque estas diferencias son estadísticamente significativas, a menudo se basan en un gran número de personas y existe una superposición significativa de esas funciones entre sexos (Gorski, 2001).

- Tomando en conjunto los diferentes datos, todo indica que las diferencias sexuales en la organización cerebral son debidas, en parte, a factores biológicos (hormonales, genéticos, madurativos, etc.) y, en parte, pueden ser moduladas por lo sociocultural, sobre todo en lo que se refiere al modo cognoscitivo.
- Aunque el cerebro sea un órgano sexualizado, ello no implica que un tipo de organización cerebral sea mejor que el otro, ni que el sexo sea usado como criterio fundamental *per se* para determinadas opciones profesionales y ocupacionales.
- Esta línea de investigación nos hace pensar que habrá que tener en cuenta este dimorfismo sexual cerebral para explicar las diferencias en cuanto al sexo en ciertas patologías neuropsiquiátricas (Nopulus, Rideout, Crespo-Facorro y Andresasen, 2001; Swaab *et al.*, 2001; WHO, 1999). Así, desde nuestro punto de vista, una de las consecuencias más importantes de estos hallazgos que se están realizando serían los posibles beneficios que por ejemplo tendría el tratamiento con hormonas sexuales sobre diferentes aspectos cognitivos alterados en la enfermedad de Alzheimer.
- Otra consecuencia importante, desde en punto de vista psiconeurobiológico, es que quizás haya que empezar a considerar el sexo como una variable independiente de las evaluaciones de los programas educativos y en diversos tests neuropsicológicos para predecir y valorar niveles normales de ejecución.
- Conocer las diferencias sexuales en diversas funciones cognitivas es un aspecto que hasta ahora ha preocupado predominantemente a neurocientíficos que lo han abordado desde diferentes puntos de vista (neuroanatómico, psicológico, neurológico, psiquiátrico, etc.), pero actualmente se está extendiendo a diferentes campos del resto de la sociedad (educadores, lingüistas, sociólogos, etc.).

### Referencias

- Allen, L.S. y Gorski, R.A. (1990). Sex differences in the *bes* nucleus of the stria terminalis of the human brain. *Journal of Comparative Neurology*, 302, 697-706.
- Allen, L.S., Hines, M., Shryne, J.E. y Gorski, R.A. (1989). Two sexually dimorphic cell groups in the human brain. *Journal of Neuroscience*, 9, 497-506.
- Amunts, K., Jancke, L., Mohlberg, H., Steinmetz, H. y Zilles, K. (2000). Interhemispheric asymmetry of the human motor cortex related to handedness and gender. *Neuropsychologia*, 38, 304-312.
- Aydinlgoglu, A., Arslan, K., Cetin-Ragbetli, M., Riza-Erdogan, A., Keles, P. y Diyarbakirli, S. (2000). Sex differences in dog corpus callosum. *European Journal of Morphology*, 38, 63-67.
- Bermúdez, P. y Zatorre, R.J. (2001). Sexual dimorphism in the corpus callosum: Methodological considerations in MRI morphometry. *Neuroimage*, 13, 1121-1130.

- Catalina, J. (1996). *Estudio de la relación capacidad espacial-sexo en asigaturas con base morfológica*. Tesina de licenciatura. Universidad de Valladolid.
- Chapell, M.S. (1999). Men and women holding hands: II. Whose hand is uppermost? *Perceptual and Motor Skills*, 89, 537-549.
- De-Bellis, M.D., Keshavan, M.S., Beers, S.R., Hall, J., Frustaci, K., Masalehdan, A., Noll, J. y Boring, A.M. (2001). Sex differences in brain maturation during childhood and adolescence. *Cerebral Cortex*, 11, 552-557.
- Dorion, A.A., Capron, C. y Duyme, M. (2001). Measurement of the corpus callosum using magnetic resonance imaging: Analyses of methods and techniques. *Perceptual and Motor Skills*, 92, 1075-1094.
- Evans-Pritchard, E.F (1970). *La mujer en las sociedades primitivas y otros ensayos de antropología social*. París: PUF.
- Fisher, H. (1996). *Anatomía del amor*. Madrid: Emece.
- Fisher, H. (1999). *The first sex*. Nueva York: Random House.
- Frith, U. y Vargha-Khadem, F. (2001). Are there sex differences in the brain basis of literacy related skills? Evidence from reading and spelling impairments after early unilateral brain damage. *Neuropsychologia*, 39, 1485-1488.
- Good, C.D., Johnsrude, I., Ashburner, J., Henson, R.N., Friston, K.J. y Frackowiak, R.S. (2001). Cerebral asymmetry and the effects of sex and handedness on brain structure: A voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult human brains. *Neuroimage*, 14, 685-700.
- Gorski, R.A. (1998). Development of the cerebral cortex. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 37, 1337-1339.
- Gorski, R.A. (2001). Diferenciación sexual del sistema nervioso. En E.R. Kandel, J.H. Schwartz y T.M. Jessell (eds.), *Principios de Neurociencia* (pp. 1131-1147). McGrawHill-Interamericana.
- Gorski, R.A., Gordon, J.H., Shyrne, J.E. y Southam, A.M. (1978). Evidence for a morphological sex difference within the medial preoptic area of the rat brain. *Brain Research*, 148, 333-346.
- Gouchie, C. y Kimura, D. (1991). The relation between testosterone levels and cognitive ability patterns. *Psychoendocrinology*, 16, 323-334.
- Gur, R., Mozley, P.D., Resnick, S.M., Karp, J.S., Alavi, A., Arnold, S.E. y Gur, R.E. (1995). Sex differences in regional cerebral glucose metabolism during a resting state. *Science*, 267, 528-531.
- Halpern, D.F., Haviland, M.G. y Killian, C.D. (1998). Handedness and sex differences in intelligence: Evidence from the medical college admission test. *Brain and Cognition*, 38, 87-101.
- Halpern, D.F. y Tan, U. (2001). Stereotypes and steroids: using a psychobiosocial model to understand cognitive sex differences. *Brain and Cognition*, 45, 392-414.
- Hampson, E. y Kimura, D. (1998). Reciprocal effects of hormonal fluctuations on human motor and perceptual-spatial skills. *Behavioral Neuroscience*, 102, 456-459.
- Hofman, M.A. y Swaab, D.F. (1989). The sexually dimorphic nucleus of the preoptic area in the human brain: A comparative morphometric study. *Journal of Anatomy*, 164, 55-72.
- Ide, A. y Aboitiz, F. (2001). A sex difference in the postcentral sulcus of the human brain. *Brain Research*, 890, 330-332.
- Ishunina, T.A. y Swaab, D.F. (1999). Vasopressin and oxytocin neurons of the human supraoptic and paraventricular nucleus: Size changes in relation to age and sex. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 84, 4637-4644.

- Kaasinen, V., Nagren, K., Hietala, J., Farde, L. y Rinne, J.O. (2001). Sex differences in extrastriatal dopamine d(2)-like receptors in the human brain. *American Journal of Psychiatry*, *158*, 308-311.
- Kimura, D. (1983). Sex differences in cerebral organization for speech and praxic functions. *Canadian Journal of Psychology*, *37*, 19-35.
- Kinoshita, M. (2001). Behavioral laterality drawn in self-images. *Perceptual and Motor Skills*, *92*, 1052-1056.
- Lacoste-Utamsing, C. y Holloway, R.L. (1982). Sexual dimorphism in the human corpus callosum. *Science*, *216*, 1431-1432.
- Lévi-Strauss, C. (1969). *Las estructuras elementales del parentesco*. Buenos Aires: Piados.
- MacCoby, E. y Jacklin, C. (1974). *The psychology of sex differences*. Stanford: Stanford University Press.
- MacGlone, J. (1980). Sex differences human brain asymmetry. *Behavior and Brain Science*, *3*, 215-263.
- Morgan, L. (1877). *Sociedad antigua, o investigaciones sobre el progreso humano desde el salvajismo a través de la barbarie hasta la civilización*. Londres: McMillan.
- Moya, L. (1984). Los roles sexuales. *Gaceta de Antropología*, *3*, 3-8.
- Nottebohm, F. y Arnold, A.P. (1976). Sexual dimorphism in vocal control areas of the songbird brain. *Science*, *194*, 211-213.
- Nopoulos, P.C., Rideout, D., Crespo-Facorro, B. y Andreasen, N.C. (2001). Sex differences in the absence of massa intermedia in patients with schizophrenia versus healthy controls. *Schizophrenia Research*, *48*, 177-185.
- Phoenix, C.H., Goy, R.W., Gerall, A.A. y Young, W.S. (1959). Organizing action of prenatally administered testosterone propionate on the tissues mediating mating behavior in the female guinea pig. *Endocrinology*, *65*, 369-382.
- Pinos, H., Collado, P., Rodríguez-Zafra, M., Rodríguez, C., Segovia, S. y Guillamón, A. (2001). The development of sex differences in the locus coeruleus of the rat. *Brain Research Bulletin*, *56*, 73-78.
- Postma, A., Winkel, J., Tuiten, A. y VanHonk, J. (1999). Sex differences and menstrual cycle effects in human spatial memory. *Psychoneuroendocrinology*, *24*, 175-192.
- Sullivan, E.V., Rosenbloom, M.J., Desmond, J.E. y Pfefferbaum, A. (2001). Sex differences in corpus callosum size: Relationship to age and intracranial size. *Neurobiology of Aging*, *22*, 603-611.
- Snyder, P.J. y Harris, L. J. (1993). Handedness, sex, and familial sinistrality effects on spatial tasks. *Cortex*, *29*, 115-134.
- Swaab, D.F., Chung, W.C., Kruijver, F.P., Hofman, M.A. e Ishunina, T.A. (2001). Structural and functional sex differences in the human hypothalamus. *Hormones and Behavior*, *40*, 93-98.
- Swaab, D.F. y Hofman, M.A. (1988). Sexual differentiation of the human hypothalamus. Ontogeny of the sexually dymorphic nucleus of the preoptic area. *Developmental Brain Research*, *44*, 314-318.
- Tropp, J. y Markus, E.J. (2001). Sex differences in the dynamics of cue utilization and exploratory behavior. *Behavior and Brain Research*, *119*, 143-154.
- WHO (1999). *World Health Report, Mortality by sex and cause*. Nueva York: OMS.
- Witelson, S. y Kigar, D.L. (1992). Sylvian fissure morphology and asymmetry in men and women: Bilateral differences in relation to handedness. *Journal of Comparative Neurology*, *323*, 326-340.