

HOMBRE Y MUJER: SOMOS DIFERENTES

Cerebro y diferencias sexuales mujer-varón

J. Manuel Giménez Amaya

INTRODUCCIÓN

La lectura atenta de la historia de los pueblos múltiples veces atestigua la proverbial capacidad de la mujer para demostrar una extraordinaria perseverancia en la adversidad y en las calamidades que rodean cualquier situación límite, y también para mantener, en semejantes circunstancias, una mirada de esperanza hacia el futuro, valorando en su más alto grado toda vida humana. Tal vez estas afirmaciones no parezcan especialmente novedosas, pues si echamos un nuevo vistazo a la historia de la humanidad, pero cambiando ahora nuestro punto de vista hacia el de los varones, no cabe ninguna duda de que también pueden realizarse valoraciones singulares a favor de este otro sexo.

Lo que sí parece claro es que al comprobar estos hechos en profundidad y establecer patrones de comparación entre los sexos, uno se pregunta intrigado dónde radicará esa discrepancia que separa las actuaciones de la mujer con respecto a las del varón, cuya forma de actuar también se aleja de la mujer por sus particulares características conductuales. Muchas veces se ha hablado de diferencias genéticas, psicológicas o culturales, pero con el gran desarrollo de las ciencias que exploran el sistema nervioso en los últimos años, muchos neurocientíficos han tornado a investigar si, en verdad, el cerebro de las mujeres y el de los varones presenta características que lo distinguen y que pudieran justificar conductas y acciones diferentes. En caso afirmativo, la gran pregunta que surge casi espontánea se podría enunciar de la siguiente manera: ¿cuál sería la base biológica de fondo que estaría detrás de esos cambios cerebrales?

Estas líneas pretenden hacer un breve resumen divulgativo sobre la neurobiología de las diferencias sexuales entre la mujer y el varón, con la intención de resaltar como hilo conductor aquellos aspectos científicos más relevantes que están surgiendo en los últimos años dentro de la neurociencia acerca de una cuestión de tanta trascendencia. No se pretende, por tanto, ser exhaustivo, ni explicar detalladamente este tema en todas sus dimensiones. Existen importantes trabajos científicos y monografías dedicados a este ámbito de la neurobiología, que el lector puede consultar para profundizar más en un campo neurocientífico que ha experimentado un considerable crecimiento en los últimos años (consultar la bibliografía actualizada de Arnold, 2004; Korol, 2004; Shah *et al.*, 2004; Becker *et al.*, 2005; Cahill, 2006, y el reciente libro de López Moratalla, 2007).

Lamentablemente, todo este tema se ha visto viciado al saltar a la opinión pública, por las amplias connotaciones políticas o sociales que lo acompañan en el mundo actual (Giménez Amaya, 2006). Es un asunto que, indudablemente, ha generado y está generando un «ruido» de fondo, visceral y poco ilustrado, que quizá necesita de una mayor cordura científica en su conjunto. Y la neurociencia puede realizar una gran aportación que ayude a enfocar algunas cuestiones relacionadas con este debate. El texto que aquí se presenta tiene como fin contribuir a destacar algunas de las bases científicas que señalan la existencia de diferencias cerebrales entre la mujer y el varón. Y es en este clima científico donde deberían evaluar- se afirmaciones de corte sesgado que se vierten sin fundamento en muchos terrenos de la vida cultural y social, y que hablan de una igualdad biológica sin paliativos; o que la reducen a un grado mínimo sin ninguna repercusión sobre nuestras vidas, lo que, en definitiva, no obligaría a tenerlas en cuenta.

Por ello, en los apartados siguientes se acomete la tarea de dar noticia en torno a algunos de los descubrimientos científicos que aportan datos sobre la existencia de diferencias estructurales y funcionales en el sistema nervioso central entre las mujeres y los varones. En la descripción experimental se ha intentado emplear un lenguaje interdisciplinar que permita una mayor difusión y entendimiento, aunque no ha podido evitarse el uso de todos los términos necesarios para explicar las diversas investigaciones. Sin embargo, y tal como quedó indicado de un modo más general en párrafos anteriores, se han realizado apuntes bibliográficos que contienen artículos importantes sobre algún aspecto concreto relacionado con este tema, a donde también puede dirigirse cualquier lector que desee examinar con mayor profundidad una determinada cuestión particular.

No se debe olvidar que muchas de las aportaciones más recientes sobre las diferencias sexuales en el cerebro se han llevado a cabo utilizando las modernas técnicas de imagen cerebral (neuroimagen), que precisan un conocimiento adecuado para su correcta valoración e interpretación. Sin este conocimiento se puede entrar en debates que están contaminados de raíz porque los datos obtenidos con estas potentes técnicas neurocientíficas exigen su estudio en el contexto adecuado y su interpretación correcta de acuerdo con la metodología que los ha producido.

En esta línea de razonamiento, y a modo de ejemplo, se puede decir que cuando analizamos los resultados logrados con imágenes de resonancia magnética funcional, que tal vez sea la técnica de neuroimagen más poderosa que poseemos en la actualidad para observar científicamente el funcionamiento de nuestro cerebro, debe recordarse que las imágenes de activación o desactivación cerebral obtenidas ante determinadas pruebas sensoriales o motoras, o tras la aplicación de complejos test psicológicos a los sujetos examinados, reflejan un análisis sofisticado que se basa en varianzas probabilísticas y no en acciones causales directas. Aunque puede sonar un tanto oscuro todo lo que se acaba de indicar, el mensaje sencillo que debe entender el lector es que hay que estudiar y analizar muy detenidamente los experimentos realizados con esas técnicas para llegar a conclusiones certeras y útiles.

En definitiva, y como resumen de todo lo dicho en esta introducción, el artículo que ahora comenzamos pretende señalar con brevedad algunas consideraciones que ilustren cómo la perspectiva de la complementariedad entre los dos sexos también emerge con inusitada claridad desde el punto de vista neurobiológico a la hora de abordar científicamente este aspecto concreto en el amplio espectro de la ciencia neural.

¿HAY BASES CIENTÍFICAS PARA BUSCAR DIFERENCIAS CEREBRALES

ENTRE LA MUJER Y EL VARÓN?

En un artículo ya clásico sobre las diferencias sexuales en la organización cerebral, que apareció en un número monográfico dedicado al estudio del cerebro por la revista de divulgación científica *Scientific American*, y en la traducción posterior de su edición española publicado en la revista *Investigación y Ciencia*, la profesora Doreen Kimura, de la Universidad de Western Ontario en Canadá, terminaba su trabajo diciendo que, con referencia a la organización cerebral en las mujeres y en los varones, «el hallazgo de diferencias de origen sexual coherentes y, en algunos casos, muy sustanciales, sugiere que hombres y mujeres pueden tener distintos intereses y capacidades ocupacionales, con independencia de las influencias de la sociedad. Por ejemplo, yo no esperaría que hombres y mujeres hubieran de estar necesariamente representados de forma paritaria en actividades o profesiones que resaltan las habilidades espaciales o matemáticas, como la ingeniería o la física, y sí podría esperar que participaran más mujeres en los campos del diagnóstico médico, donde reviste suma importancia la fineza perceptiva. Así, aunque cualquier individuo dado pueda tener la capacidad de situarse en un

campo «atípico», las proporciones de uno y otro sexo, en conjunto, admiten variación» (Kimura, 1992).

Llama la atención la claridad con que muchos de los principales neurocientíficos que han analizado las diferencias sexuales en el sistema nervioso central resaltan la existencia, de hecho, de estas distinciones. Y ello ha ayudado enormemente a ver estas diferencias en un contexto de complementariedad entre los sexos más que en una lucha antagónica entre ellos o en reivindicaciones culturales no superadas.

Desde el punto de vista de la neurociencia, los trabajos de Kimura recogían ya una tradición de estudio que se inició de alguna manera en el año 1966 cuando Seymour Levine publicara en *Scientific American* su célebre estudio sobre las diferencias sexuales en el cerebro (Levine, 1966). Desde entonces los neurocientíficos han hecho descubrimientos que sustentan de manera nítida esas diferencias. Hay que reconocer que tales investigaciones no han estado exentas de polémica, por sus amplias implicaciones humanas y sociales; aunque también es verdad que nunca se tomaron seriamente las ideas de superioridad de un cerebro masculino sobre otro femenino, o incluso de igualdad plena y llana, de forma especial con la llegada de la neurociencia como disciplina enteramente multidisciplinar. El ejemplo que señalaba Nolte en el año 2002, resulta muy significativo (Nolte, 2002). Relata este autor que la idea de que el cerebro femenino era más pequeño - y por lo tanto, estaba dotado de un menor número de neuronas y de células de la glía-, lo que llevaría a que las mujeres tuvieran una menor capacidad cerebral, nunca se tuvo en cuenta de manera seria. Esto es verdad en términos estadísticos, pero también lo es *-sensu contrario-* que las mujeres tienden a perder menos neuronas a lo largo de su vida, y que, funcionalmente, pueden realizar tareas cognitivas con mayor habilidad que los varones, especialmente aquellas que requieren un entorno emocional o afectivo (Nolte, 2002).

Aunque los trabajos de Kimura fueron revolucionarios para demostrar las diferencias cerebrales entre los sexos, se puede decir que este aspecto de la neurociencia moderna ha dado un salto muy grande durante los últimos 5-10 años. De hecho, hemos podido comprobar que tanto en los animales como en el hombre, las influencias sexuales afectan a muchas áreas del cerebro y de la conducta, como es el caso de la emoción, la memoria, la organización sensorial de la visión y de la audición, la percepción del dolor, la organización espacial y del movimiento, los niveles de sustancias utilizadas como neurotransmisores, o la acción de las hormonas de estrés sobre el sistema nervioso normal y patológico (Kimura, 1992; Cahill, 2006; López Moratalla, 2007).

En concreto, también hoy sabemos muy a fondo que, entre otras, existen variaciones notables cuando se estudian las habilidades motoras, verbales o espaciales en mujeres o en varones. Por ejemplo, las mujeres realizan mejor aquellas tareas que exigen coordinación de movimientos, tienen una mayor fluidez verbal y capacidad de deletrear, y memorizan las listas de palabras con una eficacia superior. En cambio, responden peor a las pruebas motoras que precisan buena puntería o, cuando se explora la capacidad espacial, tienen más problemas de orientación, percepción o visualización del entorno. Además las mujeres usan distintas regiones del cerebro para procesar y almacenar la memoria a largo plazo. Asimismo, recientemente se han detectado importantes diferencias sexuales en la elaboración de la información por el complejo amigdalino, estructura del cerebro muy implicada en la integración de las emociones, y que detallaremos en el tercer apartado de este capítulo (Cahill, 2006).

Como ya se indicó de forma somera en la introducción, la llegada al campo neurocientífico de las modernas técnicas de imagen cerebral, como la tomografía por emisión de positrones (PET, según sus siglas en inglés) y la resonancia magnética (Mifi) estructural y sobre todo funcional (fMRI), no han hecho más que aumentar exponencialmente la sensación de que, en verdad, nuestro cerebro está organizado según una regulación sexual diferenciada, y que se pueden poner de manifiesto estas distinciones, que cada vez cobran mayor claridad y que afectan a una mayor cantidad de funciones de nuestro sistema nervioso central.

Larry Cahill, al que ya hemos citado a lo largo de este trabajo en varias ocasiones, es una de las autoridades más reconocidas en el estudio cerebral de las diferencias sexuales mujer-varón. Profesor del Departamento de Neurobiología y Conducta de la prestigiosa Universidad de California en Irvine, son ya clásicos sus estudios de neuroimagen demostrando que mujeres y varones usan diferentes regiones del cerebro para procesar y almacenar la memoria a largo plazo, o que un fármaco, el propranolol, interfiere con esta facultad de manera diferenciada en cada sexo (véase la bibliografía en Cahili, 2006). En definitiva, sus investigaciones han contribuido poderosamente a otorgar el relieve correspondiente a tales desigualdades para aplicarlas en campos decisivos como la pedagogía o la sociología; o, también, en el tratamiento de diversas enfermedades (Cahill, 2006; Giménez Amaya, 2006).

Con todos estos datos a la vista, además conviene señalar que en los últimos años el debate neurocientífico se dirige por otros caminos. En la actualidad, un nutrido grupo de investigadores cerebrales buscan con tesón diferencias estructurales, bioquímicas o funcionales en distintas partes del sistema nervioso con el fin de aclarar en profundidad, por ejemplo, la causa de que algunas patologías puedan presentar una marcada preferencia por uno de los sexos, como es el caso de la depresión o el síndrome del colon irritable, dos procesos de aparición más frecuente en la mujer que en el varón.

En un ya clásico artículo del profesor Cahill publicado en la prestigiosa revista *Nature Reviews Neuroscience* de junio de 2006, se señalaban algunos conceptos erróneos utilizados al analizar la neurobiología de las diferencias sexuales desde la perspectiva neurocientífica. Se dice que éstas son pequeñas y poco fiables, y que las desigualdades que se ven entre los sexos representan casos extremos, nunca una regla general. Además, se indica que las desigualdades existentes dentro de un mismo sexo son mayores que las que separan a la mujer del varón. También se ha sugerido que las diferencias quedarían explicadas en su integridad por la acción de las hormonas sexuales, especialmente los estrógenos. Finalmente, se entiende que si una determinada conducta es equivalente en los dos sexos, los mecanismos nerviosos implicados en su producción y organización deben ser idénticos.

Cahill afirma no tener confirmación científica de muchas de estas hipótesis y, además, indica que los resultados que se van obteniendo gracias a los estudios aportados por la neurociencia cognitiva, apoyan más bien la idea de que las diferencias son mucho más complejas y rehúyen todo análisis simplista sobre una teórica «igualdad cerebral de género». Dos ejemplos concretos lo prueban. En primer lugar, algunos trabajos señalan la gran entidad que asumen los mecanismos genéticos en el establecimiento de estas diferencias, independientemente de las hormonas circulantes. En segundo lugar, cada día son más numerosas las investigaciones neurocognitivas que reflejan distinciones sexuales importantes en la actividad neuronal, pero carentes de cualquier repercusión sobre la conducta en la mujer o en el varón.

Por lo tanto, pensamos que la respuesta a la pregunta que se enunciaba al comienzo de este apartado es afirmativa. En el siguiente epígrafe describiremos algunos de los hallazgos científicos que fundamentan nuestra contestación y, finalmente, estableceremos unas conclusiones a partir de nuestro estudio.

NEUROBIOLOGÍA DE LAS DIFERENCIAS SEXUALES MUJER-VARÓN

Pienso que el relato detallado de todos los trabajos que han encontrado diferencias en la estructura o en la función cerebral entre la mujer y el varón se escaparía de la finalidad de este artículo. Por otra parte, como ya se ha indicado previamente, existen excelentes monografías y trabajos de revisión que se deberían consultar con detenimiento para adquirir una visión completa sobre todo ello. En este apartado, sin embargo, pretendo dar unos ejemplos que me parecen significativos sobre algunos dimorfismos estructurales, funcionales o neuroquímicos en el sistema nervioso central.

Existen diferencias sexuales en muchas de las regiones telencefálicas del sistema nervioso que se han estudiado. Y entre ellas también podríamos incluir zonas consideradas «cognitivas» tales como el hipocampo, el complejo amigdalino y amplias regiones de la neocorteza (Juraska, 1991). Las diferencias sexuales en el sistema nervioso central pueden ser igualmente de naturaleza más global. Por ejemplo, amplias áreas de la sustancia gris de la corteza cerebral tienen un grosor relativamente mayor en las mujeres que en los varones (Luders *et al.*, 2006). Las proporciones entre sustancia gris y sustancia blanca también varían considerablemente entre los dos sexos en las distintas regiones de la corteza cerebral humana (Allen *et al.*, 2003). Muchas veces las diferencias resultan evidentes en la propia estructura anatómica, pero sí en alguna de sus dimensiones funcionales. Por ejemplo, una región del sistema nervioso central puede diferir sexualmente en aspectos relacionados con sus neurotransmisores, o bien en su respuesta genética o metabólica a la experiencia. Asimismo, las nuevas alternativas metodológicas (como es el caso de los ratones modificados genéticamente o los análisis morfométricos de los datos obtenidos con las técnicas de neuroimagen humana y basados en vóxeles) están ofreciendo nuevos dimorfismos sexuales que no se habían manifestado previamente (Shah *et al.*, 2004; Bielsky *et al.*, 2005; Mecheffi *et al.*, 2005; Cahill, 2006). Y todo ello podría significar que tan sólo podemos ver una fracción aún pequeña de todas las posibles diferencias sexuales en el cerebro entre la mujer y el varón.

A modo de ejemplo, y tomándolas como modelo de dimorfismo desde el punto de vista estructural y funcional, nos fijaremos a continuación en dos regiones situadas en el lóbulo temporal de los hemisferios cerebrales: la formación del hipocampo y el complejo amigdalino.

El hipocampo es una región cerebral plenamente implicada en los procesos de aprendizaje y memoria (Nolte, 2002; Baars y Gage, 2007; Haines, 2008). Su dimorfismo sexual afecta a su estructura neuroanatómica, su configuración neuroquímica y su reactividad ante situaciones de estrés o de sobrecarga emocional (Madeira y Lieberman, 1995). El volumen del hipocampo es, por regla general, mayor en la mujer que en el varón, una vez realizadas las correcciones oportunas para compensar el tamaño total del cerebro (Goldstein *et al.*, 2001). En el animal de experimentación, también se han visto otras muchas diferencias sexuales, como por ejemplo, la mayor abundancia de células piramidales en determinadas zonas hipocámpales de los animales machos, o variaciones en muchos de los sistemas funcionales de neurotransmisión (por ejemplo, en el caso de las siguientes sustancias: noradrenalina, serotonina, acetilcolina, corticosterona, benzodiazepina y colesticocinina) (Madeira y Lieberman, 1995; Cahifi, 2006). También en los animales se ha visto que el sexo influye en el cometido desempeñado por el hipocampo para el aprendizaje, especialmente en las situaciones de estrés agudo y crónico (McEwen, 2000; Shors, 2002; Cahill, 2006). Precisamente con respecto a esto último, las diferencias sexuales del hipocampo también han sido detectadas en el hombre (Shors, 2002; Jackson *et al.*, 2005).

Otra estructura claramente dimórfica desde el punto de vista sexual es el complejo amigdalino, cuya relevancia en la organización del cerebro parece cada vez mayor por su posición nodal en la estructuración del sistema límbico, que se encarga de procesar las emociones y de asociarlas a los procesos cognitivos y motivacionales (Cahifi, 2006; Baars y Gage, 2007; Ledo-Varela *et al.*, 2007; Haines, 2008). Por ejemplo, según un estudio publicado en el año 2004 que me parece muy significativo señalar aquí, Cahill y colaboradores han puesto de manifiesto que existen diferencias sexuales en la relación entre la actividad del complejo amigdalino y la memoria durante las experiencias emocionales. Así, han visto una participación más destacada del complejo amigdalino izquierdo en la memoria emocional (por regla general, imágenes visuales) de las mujeres. En cambio, en los varones puede observarse lo contrario (predominio del complejo amigdalino derecho) (Cahill *et al.*, 2004; Cahill, 2006). Esto mismo también ha sido confirmado en el animal de experimentación mediante la estimulación de los complejos amigdalinos, al observarse que el derecho modula el almacenamiento de la memoria en ratas macho (Lalumiere y McGaugh, 2005).

En cuanto a las diferencias sexuales entre la mujer y el varón con respecto a la organización neuroquímica del sistema nervioso, también podríamos señalar algunos dimorfismos.

Antes ya nos referimos a varios de los sistemas de neurotransmisores afectados en estas diferencias. En un estudio preliminar ya clásico de la década de los 70, Robinson y su equipo encontraron diferencias sexuales en el contenido de monoaminas, con una concentración considerablemente más alta de monoaminoxidasa en varias regiones cerebrales de la mujer (Robinson *et al.*, 1977). En el año 2005, Curtis y colaboradores han podido observar en el animal de experimentación que la hormona liberadora de corticotropinas activa con mucha mayor potencia en las ratas hembra las neuronas una región específica del tronco del encéfalo, denominada *locus coeruleus*, con relación a una situación de sobrecarga emocional o de estrés (Curtis *et al.*, 2005).

Otros dos ejemplos característicos de dimorfismo sexual en el cerebro humano tienen relación con los sistemas serotoninérgico y opiáceo. Con respecto al primero, las diferencias atañen a la velocidad de síntesis de la serotonina en las personas sanas y las concentraciones de sus metabolitos en tejido necrótico y el número de células que contiene el núcleo del rafe en el tronco del encéfalo (las referencias bibliográficas de todos estos trabajos pueden consultarse en Cahill, 2006). Los péptidos opioides también presentan un dimorfismo sexual. Se han podido detectar diferencias en su eficacia analgésica y, utilizando técnicas de neuroimagen, se han señalado variaciones sexuales en la unión de los opioides a sus receptores respectivos en diversas regiones cerebrales, como es el caso del complejo amigdalino y el tálamo (Zubieta *et al.*, 1999; Craft, 2003).

Conviene decir también que existen diferencias dimórficas entre la mujer y el varón con respecto a enfermedades neurológicas y psiquiátricas, que afectan a su naturaleza y a su incidencia. Entre ellas destacamos las siguientes: enfermedad de Alzheimer, trastorno por estrés posttraumático y otros trastornos de la ansiedad, esquizofrenia, accidente cerebrovascular, esclerosis múltiple, autismo, patología adictiva, fibromialgia, trastorno por déficit de atención, colon irritable, síndrome de Gilles de la Tourette o los trastornos alimentarios (Klein y Corwin, 2002; Shors, 2002; Hines, 2004; Cahill, 2006).

Finalmente, y como un ejemplo de lo señalado en el párrafo anterior a propósito de la patología, los casos clínicos proporcionan otro método de estudio muy valioso para abordar el problema del dimorfismo sexual entre las mujeres y los varones. Así, los varones son más propensos a sufrir una afasia (deterioro de la capacidad de comprensión y/o producción del lenguaje, a raíz de un daño en las áreas del lenguaje situadas en la corteza cerebral o en las interconexiones de dichas regiones corticales) después de una lesión en el hemisferio izquierdo (Purves *et al.*, 2007). Ello también ha hecho pensar a varios autores que el lenguaje se encuentra representado en la corteza cerebral de forma diferente en los varones y en las mujeres (Harasty *et al.*, 1997; Purves *et al.*, 2007).

La profesora Doreen Kimura (Kimura, 1992, y véase también Kimura, 1996) ha analizado las funciones cerebrales relacionadas con el lenguaje de manera muy extensa. Para ello, esta investigadora las ha estudiado en pacientes diestros con una lesión unilateral en la corteza cerebral izquierda (la función del lenguaje está lateralizada en la corteza cerebral; para los individuos diestros, suele localizarse en el hemisferio izquierdo). Ella encontró que las mujeres eran más propensas a sufrir afasias si el daño cortical se restringía a las porciones anteriores del hemisferio cerebral izquierdo, mientras que los varones presentaban afasias con mayor frecuencia si la lesión cerebral se localizaba en una región más posterior de la corteza cerebral. Kimura concluía que las áreas corticales relacionadas con el lenguaje tienden a ocupar una posición más anterior en el cerebro de las mujeres que en el de los varones y, quizá por ello, serían menos susceptibles de sufrir un daño en los accidentes cerebrovasculares, dada la afectación menos frecuente de esta región.

CONCLUSIONES

Todo lo expuesto hasta aquí, vuelve a llevarnos hacia la idea con la que iniciamos este breve ensayo dedicado a realizar algunas consideraciones sobre los fundamentos neurobiológicos de la diferenciación entre la mujer y el varón. Se puede decir con claridad que, en efecto, existen diferencias cerebrales morfofuncionales en la constitución del sistema nervioso central de la mujer y del varón. Y además, es importante saber que desde muchos puntos de vista, estas diferencias no deberían ignorarse.

Los estudios neurocientíficos están dejando cada vez más claro que la diferencia entre la mujer y el varón no sólo es manifiesta en los atributos físicos y en su función reproductora, sino que también aparece, por ejemplo, en la manera como los dos sexos resuelven problemas de índole cognitiva o establecen patrones de comunicación a través del lenguaje. Brevemente, se puede decir que el dimorfismo sexual ha podido demostrarse en el ser humano por múltiples parámetros anatómicos, fisiológicos y psicológicos, y este dimorfismo está moldeado por influencias internas (genéticas y endocrinas) y externas (psicosociales y ambientales) (Harasty *et al.*, 1997). También es importante señalar que, aunque durante los últimos años se ha insistido en que estas diferencias entre las capacidades cognitivas de la mujer y del varón son pequeñas, la realidad parece indicar que las hormonas sexuales condicionan la organización del sistema nervioso central desde los primeros estadios del desarrollo del individuo. De todos modos, aunque todo indica que esta disparidad de partida existe, todavía no se han conseguido evaluar con absoluta precisión los efectos que tienen, por ejemplo, la experiencia y el entorno externo sobre el desarrollo del cerebro de la mujer y del varón.

Pero también debemos señalar que nos enfrentamos a un asunto que plantea muchos más interrogantes de los que parecía en un primer análisis superficial. Además de las implicaciones patológicas, pedagógicas, laborales o sociales de estas investigaciones, se podría decir, con palabras de un estudio de la sección médica de la *National Academy of Sciences* de los Estados Unidos, que «(...) el sexo importa. Importa desde perspectivas que no esperábamos. Y, sin duda, importará de manera que todavía no somos capaces de imaginar». En mi opinión, las diferencias sexuales en el cerebro destacan de forma muy sugerente el aspecto complementario que está presente en el diseño vivencial de la mujer y del varón en nuestra sociedad.

Referencias bibliográficas

- ALLEN, John S., DAMASIO, Hanna, GRABOWSKI, Thomas J., BRUSS, Joel y ZHANG, Wei, «Sexual dimorphism and asymmetries in the gray-white composition of the human cerebrum», en *Neuroimage*, 2003, vol. 18, pp. 880-894.
- ARNOLD, Arthur P., «Sex chromosomes and brain gender», en *Nature Reviews Neuroscience*, 2004, vol. 5, pp. 701-708.
- BAARS, Bernard J. y GAGE, Nicole M., *Cognition, brain, and consciousness. Introduction to cognitive neuroscience*, Academic Press, San Diego, 2007.
- BECKER, Jili B., ARNOLD, Arthur P., BERKLEY, Karen J., BLAUSTEIN, Jeffrey D., ECKEL, Lisa A., HAMPSON, Elizabeth, HERMAN, James P., MARTS, Sherry, SAnEE, Wolfgang, STEINER, Meir, TAYLOR, Jane y YOUNG, Elizabeth, «Strategies and methods for research on sex differences in brain and behavior», *Endocrinology*, 2005, vol. 146, pp. 1650-1673.
- BIELSKY, Isadora F., HU, Shuang-Bao y YOUNG, Larry J., «Sexual dimorphism in the vasopressin system: lack of an altered behavioural phenotype in female *Via* receptor knockout mice», en *Behavioral Brain Research*, 2003, vol. 164, pp. 132-136.
- CAI-IILL, Larry, «Why sex matters for neuroscience», en *Nature Reviews Neuroscience*, 2006, vol. 7, pp. 477-484.
- CAHILL, Lany, UNCAPHER, Melina, KILPATRICK, Lisa, ALKIRE, Mike T. y TURNER, Jessica, «Sex-related hemispheric lateralization of amygdale function in emotionally influenced memory: an fMRI investigation», en *Learning & Memory*, 2004, vol. 11, pp. 261-266.
- CRAFr, Rebecca M., «Sex differences in opioid analgesia: "from mouse to man"», en *Clinical Journal Of Pain*, 2003, vol. 19, pp. 175-186.

- CURTIS, Andre L., BETI-TEA, Thelma y VALENTINO, Rita J., «Sexually dimorphic responses of the brain norepinephrine system to stress and corticotropin-releasing factor», en *europsychopharmacology*, 2005, vol. 31, pp. 544-554.
- GIMÉNEZ AMAYA, José Manuel, «Diferencias que cuentan», en *La Gaceta de los Negocios*, 22 de julio, 2006, p. 37.
- GOLDSTEIN, Jill M., SEIDMAN, Larry J., HORTON, Nicholas J., MAKRIS, Nikos, KENNEDY, David N., CAVINESS, Verne S. Jr., FARAONE, Stephen V. y TSUANG, Ming T., «Normal sexual dimorphism of the adult human brain assessed by *in vivo* magnetic resonance imaging», en *Cerebral Cortex*, 2001, vol. 11, pp. 490-497.
- HAINES, Duane E., *Neuroanatomy. An Atlas of Structures, Sections, and Systems*, Lippincott Williams & Wilkins, Filadelfia, 2008.
- HARASTY, Jenny A., DOUBLE, Kay L., HALLIDAY, Glenda M., KRIL, Jillian J. y MCRITCHIE, Deborah A., «Language-associated cortical regions are proportionally larger in the female brain», en *Archives Of Neurology*, 1997, vol. 54, pp. 171-176.
- HINES, Melissa, *Brain Gender*, Oxford University Press, Nueva York, 2004.
- JACKSON, Eric D., PAYNE, Jessica D., NADEL, Lynn y JACOBS, W. Jake, «Stress differentially modulates fear conditioning in healthy men and women», en *Biology Psychiatry*, 2005, vol. 59, pp. 516-522.
- JURASKA, Janice, «Sex differences in "cognitive" regions of the rat brain», en *Psychoneuroendocrinology* 1991, vol. 16, pp. 105-109.
- KIMURA, Doreen, «Sex differences in the brain», en *Scientific American*, 1992, vol. 267, pp. 118-125. (Existe traducción al castellano: KIMURA, D., «Cerebro de varón y cerebro de mujer», en *Investigación y Ciencia*, 1992, vol. 194, pp. 76-84). -, «Sex, sexual orientation and sex hormones influence human cognitive function», en *Current Opinion In Neurobiology*, 1996, vol. 6, pp. 259-263.
- KLEIN, Laura Cousino y CORWIN, Elizabeth J., «Seeing the unexpected: how sex differences in stress responses may provide a new perspective on the manifestation of psychiatric disorders», en *Current Psychiatry Report*, 2002, vol. 4, pp. 44 1-448.
- KOROL, Donna L., «Role of estrogen in balancing contributions from multiple memory systems», en *Neurobiology of Learning and Memory*, 2004, vol. 82, pp. 309-323.
- LALUMIERE, Ryan T. y MCGAUGH, James L., «Memory enhancement induced by post-training intrabasolateral amygdala infusions of -adrenergic or muscarinic agonists requires activation of dopamine receptors: involvement of right, but not left, basolateral amygdala», en *Learning & Memory*, 2005, volumen 12, pp. 527-532.
- LEDO-VARELA, María T., GIMÉNEZ-AMAYA, José Manuel y LLAMAS, Alfonso, «El complejo amigdalino humano y su implicación en los trastornos psiquiátricos», en *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 2007, vol. 30, pp. 61-74.
- LEVINE, Seymour, «Sex differences in the brain», en *Scientific American*, 1966, vol. 214, pp. 84-90.
- LÓPEZ MORATALLA, Natalia, *Cerebro de mujer y cerebro de varón*, Rialp, Madrid, 2007.
- LUDERS, Eileen, NARR, Katherine L., THOMPSON, Paul M., REX, David E., WOODS, Roger P., DELUCA, Heather, JANCKE, Lutz y TOGA, Arthur W., «Gender effects on cortical thickness and the influence of scaling», en *Human Brain Mapping*, 2006, vol. 27, pp. 314-324.
- MADEIRA, M. Dulce y LIEBERMAN, Alexander R., «Sexual dimorphism in the mammalian limbic system», en *Progress in Neurobiology*, 1995, vol. 45, pp. 275-333.
- MCEWEN, Bruce S., «The neurobiology of stress: from serendipity to clinical relevance», en *Brain Research*, 2000, vol. 816, pp. 172-189.
- MECHELLI, Andrea, FRISTON, Karl J., FRACKOWIAK, Richard S. y PRICE, Cathy J., «Structural covariance in the human cortex», en *Journal Of Neuroscience*, 2005, vol. 25, pp. 2303 -2310.
- NOLTE, John, *The Human Brain: an Introduction to its Functional Anatomy*, Mosby, Nueva York, 2002.
- PURVES, Dale, AUGUSTINE, George J., FITZPATRICK, David, HALL, William C., LAMANTIA, Anthony-Samuel, McNAMARA, James O. y WILLIAMS S. Mark, *Neurociencia*, Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2007.
- ROBINSON, Donald S., SOURKES, Theodore L., NIES, Alexander, HARRIS, Louis S., SPECTOR, Sidney, BARTLETT, Diantha L. y KAYE, J. S., «Monoamine metabolism in human brain», en *Archives of General Psychiatry*, 1977, vol. 34, pp. 89-92.

- SHAH, Nirao M., PISAPIA, David J., MANIATIS, Silas, MENDELSON, Monica M., NEMES, Adriana y AXEL, Richard,) «Visualizing sexual dimorphism in the brain», en *Neuron*, 2004, vol. 43, pp. 313-319.
- SHORS, Tracey J., «Opposite effects of stressful experience on memory formation in males versus females», en *Dialogues In Clinical Neuroscience*, 2002, vol. 4, pp. 139-147.
- ZUBIETA, Jon-Kar, DANNALS, Robert y FROST, James (1999), «Gender and age influences on human brain mu-opioid receptor binding measured by PET», en *American Journal Of Psychiatry*, vol. 156, pp. 842-848.

José Manuel Giménez Amaya

Doctor en Medicina y Cirugía.

Catedrático de Anatomía y Embriología de la Universidad Autónoma de Madrid.

Fecha: 20 de marzo de 2010

Fuente:

http://www.esposiblelaesperanza.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1663:cerebro-y-diferencias-sexuales-mujer-varon-j-manuel-gimenez-amaya&catid=136:16-masculinidad--feminidad&Itemid=63