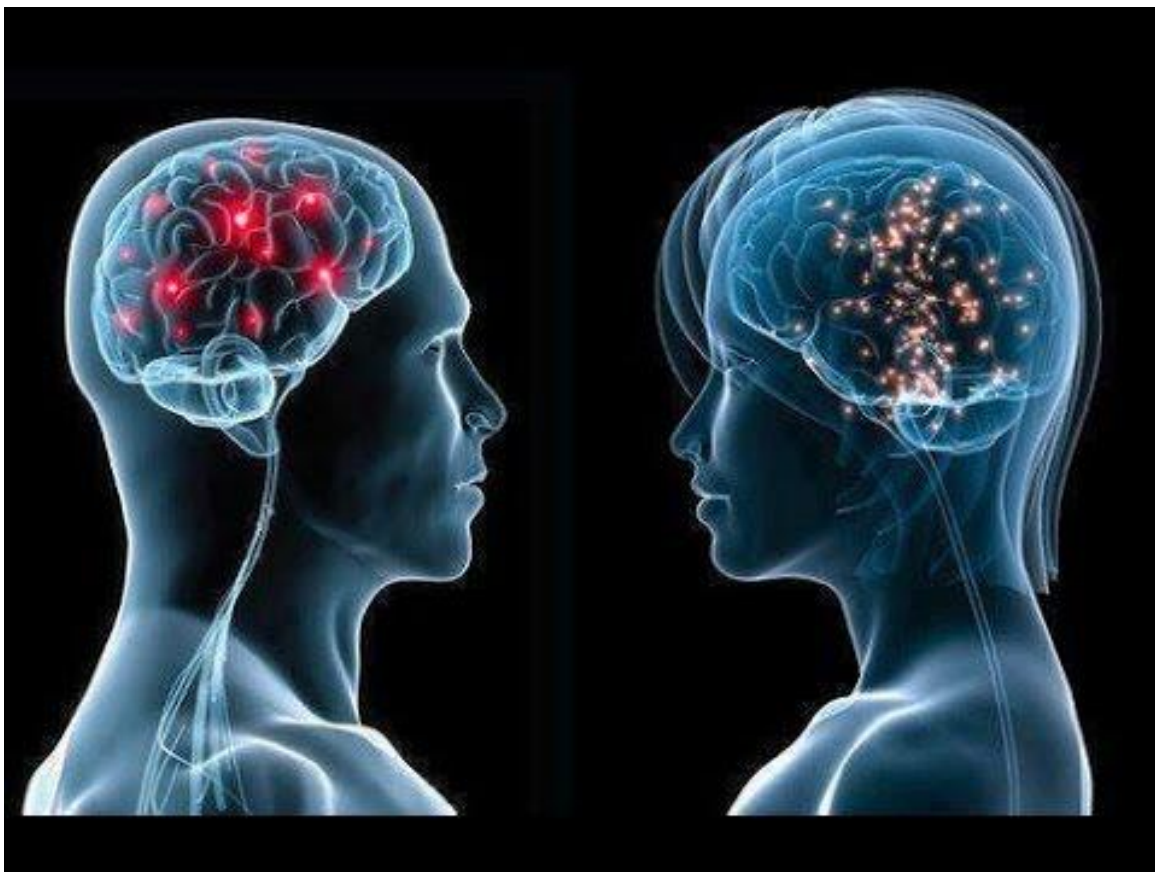


CEREBRO MASCULINO Y FEMENINO: ¿IGUALES O DIFERENTES?

Instituto Ciencias de la Vida – Observatorio de Bioética Universidad Católica de Valencia

2 FEBRERO 2018 REDACCION BIOÉTICA Y DEFENSA DE LA FAMILIA



Cerebro Masculino Y Cerebro Femenino © Youtube

Instituto Ciencias de la Vida – Observatorio de Bioética Universidad Católica de Valencia

Introducción

El análisis de las diferencias en el comportamiento de varones y mujeres ha llevado a muchos investigadores a tratar de establecer similitudes en la estructura cerebral que fundamentasen esta variabilidad de comportamientos. A

las diferencias constatables en las estructuras anatómicas y fisiológicas, se suman las nuevas revelaciones sobre las variaciones genéticas ligadas al sexo, que lejos de limitarse a los cromosomas sexuales, se extienden, de momento, a **cerca de 6500 genes**.(1) ¿Qué influencia puede ejercer esta variabilidad genética sobre la estructura y funcionamiento de nuestros cerebros y, por tanto, en nuestro comportamiento? Tratar de determinar esto frente a al influjo ambiental –entorno, educación, cultura-, es hoy objeto de amplio estudio.

Desde hace décadas, se han analizado los cerebros de ambos sexos tratando de definir rasgos diferenciales que explicasen esta variabilidad. La simple observación de diferencias anatómicas constituía, hasta hace poco, el único dato para establecer las causas del comportamiento diferenciado por sexos. Pero las nuevas técnicas de neuroimagen, que proporcionan una valiosa información sobre el funcionamiento de nuestro cerebro, más allá de su estructura, e incluso de la forma en que se conectan las redes neuronales que lo constituyen, están aportando una nueva perspectiva para dilucidar las bases de estas diferencias.

Diversos grupos de trabajo han ofrecido resultados, no siempre coincidentes, de los que analizamos en este informe los que nos parecen más significativos.

Diferencias estructurales ligadas al sexo

Diversos trabajos han evidenciado diferencias estructurales en diversos núcleos cerebrales en amplias zonas, tanto corticales como subcorticales, como se describe en el primer meta-análisis llevado a cabo sobre este tema, en el que se incluyen **datos obtenidos entre 1990 y 2013**.(2) En él, se muestra que existen diferencias sexuales regionales en los cerebros masculino y femenino, en cuanto al volumen y densidad tisular, en la amígdala, el hipocampo y la ínsula, áreas que se sabe que están implicadas en afecciones neuropsiquiátricas relacionadas con el sexo. En conjunto, estos resultados sugieren la existencia de regiones candidatas para investigar el efecto asimétrico del sexo en el cerebro en desarrollo y para comprender las condiciones neurológicas y psiquiátricas diferentes según el sexo.

En relación con ello, Eric M Prager, en un Editorial del “**Journal of Neuroscience Research**”, afirma que “el sexo juega un papel, no solo a nivel macroscópico, en donde se ha constado que los cerebros de varones y mujeres difieren no solo en tamaño, sino también a nivel microscópico”.(3) Así mismo, en otro trabajo publicado en la misma revista, se destacan las diferencias sexuales del cerebro en todas las escalas, desde las diferencias genéticas y epigenéticas, hasta las diferencias sinápticas, celulares y de sistemas, diferencias que se mantienen a lo largo de la vida.(4) Por ello, éstos y otros autores, afirman que tener en cuenta el sexo es importante a la hora de interpretar los resultados obtenidos en la investigación científica y médica, y que ello habrá de valorarse en los estudios clínicos que se realicen (4)(5), lo que es refrendado por los Institutos de Salud norteamericanos (NIH).(6) (**Ver AQUÍ**).

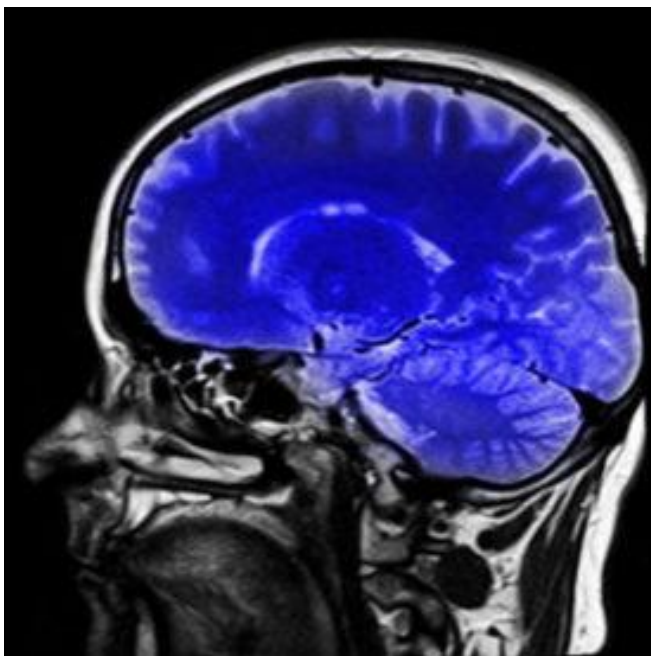
Esta diversidad neurológica implica diferencias significativas en el funcionamiento cerebral relacionadas con el sexo, que se pueden resumir de la siguiente manera:

Los varones obtienen mejores puntuaciones en: orientación espacial, habilidad matemática y habilidades mecánicas; al mismo tiempo, el cerebro masculino tiene otras áreas con mayor volumen, de forma comparativa, que

el cerebro femenino, como el lóbulo parietal inferior, un área de integración de la información sensorio-motora; la corteza visual, responsable del procesamiento de la información visual de la retina; la amígdala, vinculada al procesamiento de las emociones; la estría terminal, que participa en la integración de la amígdala con regiones corticales; y el núcleo sexualmente dimórfico, que se localiza en el área preóptica medial del hipotálamo, involucrada en el comportamiento sexual. (7)

Sin embargo las mujeres muestran mayor habilidad para la escritura y fluencia verbal,(7) debido a que el cerebro femenino presenta un volumen proporcionalmente mayor en regiones como las áreas de Broca y Wernicke, asociadas con habilidades de lenguaje y comunicación; el cuerpo caloso, que conecta los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo, coordinando las funciones de ambos; el hipocampo, que participa en la formación de memoria; el locus cerúleo, relacionado con el pánico y el comportamiento de estrés; y el núcleo anteroventral periventricular, asociado a la regulación por retroalimentación de la secreción de hormona gonadotrófica. (8)(9) También la amígdala está más conectada con la corteza orbitofrontal, lo que les da mayor control emocional (adolescencia).(10)

Las nuevas evidencias científicas



Aunque es un tema largamente debatido, los últimos estudios utilizando nuevas tecnologías para desvelar la configuración del “conectoma” cerebral, han confirmado empíricamente lo que la experiencia hacía intuir: las conductas masculina y femenina presentan en algunos rasgos diferencias evidentes, que pueden relacionarse, además de con la influencia del ambiente, cultura y educación, con el conectoma cerebral, también diferente, en parte debido a una programación genética ligada al sexo y a la regulación hormonal que lo condiciona.(11) Así, además de las diferencias morfológicas descritas anteriormente, las diferencias en la forma en que se conectan las redes neuronales son evidentes y bien constatadas por los estudios más recientes. Como se ha comentado, la influencia de las hormonas masculinas y femeninas, que alcanzan concentraciones muy diferentes en el cerebro de ambos sexos, parece estar detrás de estas diferencias.(12) A continuación se exponen algunos datos y evidencias sobre las mismas.

Cerebros masculino y femenino conectados de formas diferentes

Recientes estudios muestran que la **conectividad cerebral masculina y femenina es diferente entre sí**. En uno de ellos, en el que han sido analizados 949 jóvenes de entre 8-22 años, 428 hombres y 521 mujeres, se constatan diferencias sexuales objetivas en la conectividad cerebral, que se consolidan durante el desarrollo, y que se manifiestan principalmente en la adolescencia y en la edad adulta, y que consisten especialmente en que en el cerebro del varón está optimizada la conectividad intrahemisférica y en el de la mujer la interhemisférica. (13) Esta

distinta forma de interconexión entre las redes neuronales favorece la conexión entre percepción y acción coordinada en varones, y entre procesamiento analítico e intuitivo en mujeres.

En el mismo trabajo, también se comprueba que el coeficiente de participación (PC) de cada nodo regional individual del conectoma estructural del cerebro presenta diferencias estadísticamente significativas en los cerebros masculino y femenino. El PC de las distintas regiones analizadas es superior en amplias regiones corticales del cerebro femenino, siendo mayor en el cerebelo en el caso del cerebro masculino.

Otro estudio posterior, en el que se utiliza una metodología similar a la empleada en el anteriormente referido, confirma estos resultados.(14) En él se incluyen 491 mujeres y 409 varones con una media de edad de 15 años, detectándose diferencias relacionadas con el sexo en la conectividad de las subredes, que se definieron en características estructurales, sistemas funcionales y finalmente dominios de comportamiento. Cuando las subredes se identifican como conjuntos estructuralmente cohesivos, se observan más conexiones interhemisféricas en mujeres y aumento de las conexiones intrahemisféricas en varones, en línea con lo expuesto en el trabajo de Ingalhaikar, mencionado anteriormente .(13)

La mayor conectividad inter-hemisferios en **mujeres** facilitaría la integración de los modos de razonamiento analítico y secuencial en el hemisferio izquierdo, situando el procesamiento espacial e intuitivo de la información en el hemisferio derecho. Esto se traduce en una mejor atención, verbalización, memoria facial y cognición social.

La mayor conectividad intra-hemisferios, combinada con una mayor conectividad con el cerebelo, confiere al varón un sistema más eficiente para la coordinación motora, procesamiento espacial y velocidad motora y senso-motora. (14)

La polémica está servida

A pesar de los datos expuestos hasta aquí, hay investigadores que mantienen que no es posible asignar diferencias significativas entre los cerebros masculino y femenino, y que ambos hay que entenderlos como un agregado de regiones que manifestarían de modo intercambiable aptitudes masculinas o femeninas en el sentido que han sido apuntadas, es decir, que, aunque existan diferencias sexuales en el cerebro y el comportamiento, los humanos y los cerebros humanos se compondrían de “mosaicos” de características únicas, algunos más comunes en mujeres que en hombres, algunos más comunes en hombres que en mujeres, y algunos comunes tanto en mujeres como en hombres, por lo que los cerebros humanos no podrían clasificarse en dos clases distintas, masculino y femenino.(15) Este trabajo ha sido ampliamente recogido y comentado en el número de noviembre de 2017 de “Investigación y Ciencia”, en el que la periodista Lydia Denworth resalta las conclusiones de Joel, su autora, en el sentido de que “los cerebros de varones y mujeres no son poblaciones distintas”.(16) Con referencia a ello, llama la atención que cuando la periodista se refiere a uno de los artículos citados en dicho trabajo, (13) que contradice las tesis de Joel, a pesar de calificarlo como un estudio de alto impacto, vierte sobre el mismo críticas difícilmente aceptables científicamente, como son el afirmar que el autor ha sido “etiquetado de neurosexista” y de “alimentar estereotipos”, comentarios que no argumenta, ni fundamenta bibliográficamente. Tampoco presenta datos científicos que pongan en duda las conclusiones del mencionado artículo, salvo un comentario acerca de “un punto débil del estudio, consistente en que no se corrigieron los datos en función del tamaño cerebral”, del que igualmente no cita

fuentes ni autor, pareciendo más una opinión de la propia periodista, que quizá aplica aquí la misma crítica que ella misma utiliza previamente acerca de la valoración del tamaño medio de los cerebros de ambos sexos, que no sería tal si se realiza una corrección con el peso de los individuos. Pero dado que el trabajo de Ingahlkar (13) lo que mide es el coeficiente de participación de cada nodo regional individual del conectoma estructural del cerebro, parece aventurado, si no infundado, afirmar que este parámetro sea dependiente del tamaño cerebral.

Adicionalmente a todo ello, un artículo posterior, publicado al igual que el de Joel, en PNAS, y que no es mencionado por Denworth en el número de la revista Investigación y Ciencia anteriormente comentado, afirma que, según la evidencia empírica y el análisis multivariable de los datos manejados por el equipo de Joel, que analizó las diferencias relacionadas con una sola variable,(15) las conclusiones de dicho artículo, al afirmar que: "... los cerebros humanos no pertenecen a dos categorías distintas: cerebro masculino / cerebro femenino", o que "... los cerebros no se dividen en dos clases, una típica de los hombres y la otra típica de las mujeres ... ", no son constatables, (17) fundamentando su afirmación en que, aplicando un tratamiento estadístico correcto a los datos de Joel, (15) que comprende la realización de un simple análisis multivariable, los resultados sugieren todo lo contrario: los cerebros son típicamente masculinos o típicamente femeninos. Es decir, analizadas en su conjunto las diferencias que Joel compara aisladamente, el resultado muestra la evidencia de la existencia de un dimorfismo cerebral ligado al sexo. (17)

Conclusión

Como paradójicamente reconoce Denworth, aunque en su artículo pretenda cancelar el dimorfismo cerebral ligado al sexo, "la genética, las hormonas y el ambiente inducen variaciones en el cerebro y, con la información suficiente sobre ciertos rasgos de un cerebro cualquiera, es posible adivinar, con un alto grado de precisión, si pertenece a una mujer o a un varón".(16) El dimorfismo sexual, inequívocamente constatable en múltiples facetas del organismo de varones y mujeres, afecta a su anatomía, fisiología, metabolismo, y sistemas inmunitario, endocrino y nervioso. Es cierto, como afirma Joel (15), que las características diferenciales asociadas a la masculinidad y feminidad no se dan en la misma proporción en los individuos de cada sexo, apareciendo una gradualidad de estas características que hace que no existan dos mujeres ni dos varones iguales. Pero analizadas en su conjunto, estas diferencias, que también atañen a nuestros cerebros, definen con muy poco margen de error si un individuo es masculino o femenino. Los estados de intersexo ("disorders of sex development", por sus siglas DSD en inglés) no constituyen una alternativa más al dimorfismo sexual, sino, más bien, una excepción a la regla general de la diferenciación binaria por sexos, estando generalmente ligados a anomalías genéticas. La razón de esta dualidad varón-mujer estriba en la necesidad de complementariedad que, desde las diferencias de cada uno de los dos sexos, tantos beneficios han aportado a la evolución de las especies y a su perfeccionamiento genético, además de constituir uno de los motores que lanzan al ser humano a la relación y donación ligadas a la sexualidad.

Bibliografía

- 1. Gershoni M, Pietrokovski S. The landscape of sex-differential transcriptome and its consequent selection in human adults. BMC biology. 2017; 15(1):7.**
- 2. Ruigrok A, Salimi-Khorshidi G, Lai M, Baron-Cohen S, Lombardo M, Tait R, et al. A meta-analysis of sex differences in human brain structure. Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 2014; 39:34-50.**

3. Prager E. Addressing Sex as a Biological Variable. *Journal of Neuroscience Research*. 2017; 95(1-2):11.
4. Rippon G, Jordan-Young R, Kaiser A, Joel D, Fine C. Journal of neuroscience research policy on addressing sex as a biological variable: Comments, clarifications, and elaborations. *Journal of neuroscience research*. 2017; 95(7):1357-9.
5. Segarra I, Modamio P, Fernández C, Mariño E. Sex-Divergent Clinical Outcomes and Precision Medicine: An Important New Role for Institutional Review Boards and Research Ethics Committees. *Front Pharmacol*. 2017; 8(488):1-10.
6. National Institutes of Health (NIH). Grants.nih.gov. [Online].; 2015 [cited 2017 12 26. Available from: <https://grants.nih.gov/grants/guide/notice-files/NOT-OD-15-102.html>
7. Berenbaum S, Korman Bryk K, Beltz A. Early Androgen Effects on Spatial and Mechanical Abilities: Evidence from Congenital Adrenal Hyperplasia. *Behavioral Neuroscience*. 2012; 126(1):86-96.
8. Vigil P, Orellana R, Cortés M, Molina C, Switzer B, Klaus H. Endocrine modulation of the adolescent brain: a review. *Journal of pediatric and adolescent gynecology*. 2011; 24(6):330-37.
9. Pessoa L. On the relationship between emotion and cognition. *Nature reviews neuroscience*. 2008; 9(2):148-58.
10. Tamnes C, Walhovd K, Torstveit M, Sells V, Fjell A. Performance monitoring in children and adolescents: A review of developmental changes in the error-related negativity and brain maturation. *Developmental cognitive neuroscience*. 2013; 6:1-13.
11. López Moratalla N. *Cerebro de mujer y cerebro de varón*. 2nd ed.: EUNSA; 2007.
12. López Moratalla N. Dinámica cerebral y orientación sexual. Se nace o se hace homosexual. una cuestión mal planteada. *Cuadernos de Bioética*. 2012; XXIII(2):373-420.
13. Ingalhalikar M, Smith A, Parker D, Satterthwaite T, Elliott M, Ruparel K, et al. Sex differences in the structural connectome of the human brain. *PNAS*. 2013; 111(2):823-8.
14. Tunç B, Solmaz B, Parker D, Satterthwaite T, Elliott M, Calkins M, et al. Establishing a link between sex-related differences in the structural connectome and behaviour. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 2016; 371(1688):20150111.
15. Joel D, Berman Z, Tavor I, Wexler N, Gaber O, Stein Y, et al. Sex beyond the genitalia: The human brain mosaic. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*. 2015; 112(50):15468-73.
16. Denworth L. ¿Existe un cerebro femenino? *Investigación y Ciencia*. 2017; 494:32-7.
17. Rosenblatt J. Multivariate revisit to “sex beyond the genitalia”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*. 2016; 113(14):E1966.

Julio Tudela y Justo Aznar

Observatorio de Bioética

Instituto de Ciencias de la Vida
 Universidad Católica de Valencia