

# El ocaso de una era: de la doctrina ventricular al corticocentrismo

A. García-Molina<sup>1,2,3</sup>, J. Peña-Casanova<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Institut Guttmann, Institut Universitari de Neurorehabilitació adscrit a la UAB, Badalona, España.

<sup>2</sup>Fundació Institut d'Investigació en Ciències de la Salut Germans Trias i Pujol, Badalona, España.

<sup>3</sup>Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España.

<sup>4</sup>Fundació Institut Mar d'Investigacions Mèdiques (FIMIM), Barcelona, España.

<sup>5</sup>Departament de Psiquiatria i Medicina Legal, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

## RESUMEN

**Introducción.** A lo largo de la historia se han propuesto diferentes soluciones para desentrañar la ubicación anatómica de la actividad psíquica, y cuáles son los mecanismos que la generan. Durante siglos la doctrina ventricular y la teoría de los espíritus animales han sido el modelo estándar para explicar la anatomía y fisiología cerebral. Con el advenimiento del siglo XVII estos dogmas clásicos son rechazados y substituidos, progresivamente, por conceptos y teorías más acordes con la realidad anatómica y fisiológica.

**Desarrollo.** En el siglo XVII diversos autores afirman que la corteza cerebral es la sede de la vida psíquica, cuestionando abiertamente la doctrina ventricular. Esta revolución científica es secundada por Caspar Bauhin, Johann Wepfer, Thomas Willis o Marcello Malpighi. Cien años después, autores como Emanuel Swedenborg o Georg Procháska no solo sitúan la vida psíquica en la corteza cerebral, sino que también postulan que esta estructura cerebral está formada por regiones funcionales especializadas. Estas ideas anticipan el localizacionismo cortical del siglo XIX.

**Conclusiones.** Los siglos XVII y XVIII constituyen un periodo de transición entre el pensamiento médico clásico-medieval —simbolizado por la doctrina ventricular— y el pensamiento médico moderno, que sitúa la vida psíquica en la corteza cerebral.

## PALABRAS CLAVE

Ventriculos cerebrales, corteza cerebral, espíritus animales, localización cortical, neuroanatomía, neurofisiología

## Introducción

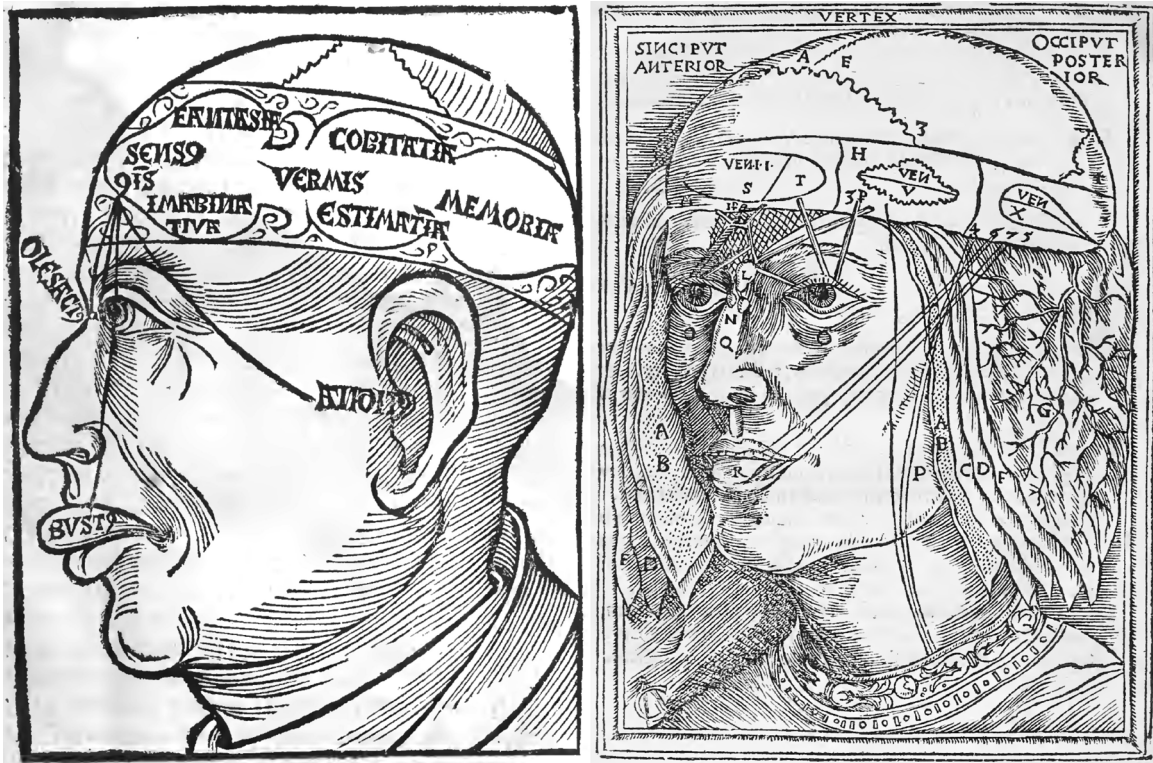
Desde tiempos inmemoriales los humanos se han planteado dos cuestiones esenciales sobre la actividad psíquica: su localización —emplazamiento estructural— (el dónde) y su funcionamiento —mecanismos de acción— (el cómo).

Durante miles de años, las respuestas a estas cuestiones se han generado en el marco de un pensamiento mágico-religioso que considera que la actividad humana está mediada por la acción de entidades-fuerzas superiores. Esta tendencia se rompe alrededor del siglo VI a. C., momento en el que se produce el tránsito de

un pensamiento mágico-religioso a un pensamiento materialista que localiza la vida psíquica en el corazón (paradigma cardiocéntrico) o bien en el cerebro (paradigma encefalocéntrico). Gracias a las aportaciones de Hipócrates (ca. 460-370 a. C.) y Galeno (130-200 d. C.), el paradigma encefalocéntrico acaba imponiéndose al paradigma cardiocéntrico<sup>A</sup>.

Con relación al funcionamiento de la actividad psíquica, Galeno propone que la función cerebral es producto de

<sup>A</sup>En la Edad Media, pese a la preeminencia del paradigma encefalocéntrico, autores como Hildegarda de Bingen (1098-1179), doctora de la Iglesia, continúan defendiendo que el corazón es la sede de la vida psíquica.



**Figura 1.** Izquierda: representación de la doctrina ventricular medieval de Hieronymus Brunshwig (ca. 1450 - ca. 1512)<sup>3</sup>. Derecha: conexión entre ventrículos cerebrales y órganos de los sentidos según Johannes Dryander (1500-1560)<sup>4</sup>. El control motor del habla está representado por las líneas 6 y 7, que emanan de la parte de movimiento de la celda posterior y van directamente a los labios. La línea 4 y la vía P representan el control motor del resto del cuerpo. La zona rayada situada por encima de los ojos es la *rete mirabile* (red maravillosa). La *rete mirabile* humana es una ficción medieval heredada de anatomistas clásicos como Herófilo o Galeno, que suponen (erróneamente) que ciertas estructuras presentes en múltiples especies animales también lo están en los humanos.

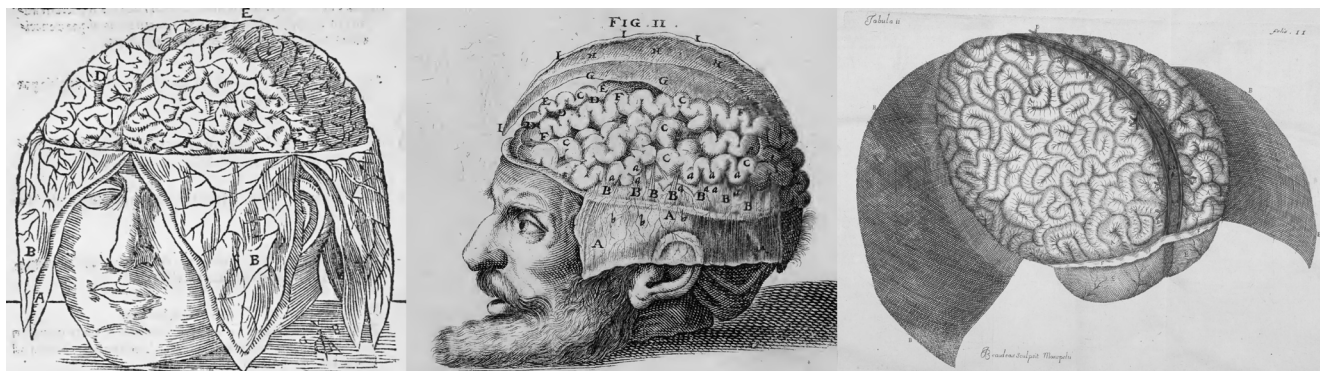
los espíritus animales (*spiritus*, término latino que traduce el griego *pneuma*). Esta sustancia, almacenada en los ventrículos cerebrales, fluye a los músculos a través de unas estructuras tubulares huecas (las fibras nerviosas)<sup>1</sup>. Según esta teoría el movimiento se origina por la expansión de los músculos al entrar en ellos los espíritus animales (de forma similar a como se infla un globo). Esta propuesta deviene el patrón estándar para explicar la fisiología cerebral durante más de 1500 años<sup>B</sup>.

A finales del siglo IV d. C., Nemesio de Emesa, Posidonio de Bizancio y Agustín de Hipona —primeros padres de la Iglesia Cristiana Oriental— afirman que las facultades intelectuales *residen* en los ventrículos cerebrales, y no

en las partes sólidas del cerebro (es la denominada doctrina ventricular) (figura 1)<sup>2-4</sup>. El conocimiento medieval del sistema nervioso se fundamenta en una adhesión a los conceptos propios de la medicina clásica: confirmados de diferentes maneras, nunca modificados o cuestionados, relegando a un segundo plano el estudio directo de la naturaleza y el cuerpo humano. La perpetuación de esta doctrina, durante gran parte de la Edad Media, se ve favorecida por la prohibición de realizar disecciones cerebrales. Esta situación cambia gradualmente alrededor del siglo XIV con la recuperación de los exámenes post mortem y la incorporación de nuevos conocimientos sobre la anatomía de los ventrículos cerebrales. Este último hecho contribuye, decisivamente, a la transición del pensamiento clásico-medieval al pensamiento moderno<sup>2</sup>.

El siglo XVII es testigo del rechazo de los dogmas clásicos de la neuroanatomía y la neurofisiología (doctrina

<sup>B</sup>La teoría de los espíritus animales de Galeno se fundamenta en el *pneuma psychikon* (pneuma psíquico), postulado por Herófilo en el siglo III a. C.



**Figura 2.** Ilustraciones de la corteza cerebral correspondientes a los siglos XVI y XVII. Obsérvese la apariencia enterode y disposición azarosa de sus circunvoluciones. De izquierda a derecha: *Anatomiae* (1537) de Johann Dryander (1500-1560)<sup>4</sup>, *Tabulae anatomicae* (1632) de Giulio Cesare Casseri (1552-1616)<sup>5</sup> y *Neurographia universalis* (1685) de Raymond de Vieussens (1641-1715)<sup>6</sup>.

ventricular y espíritus animales), y su progresiva sustitución por conceptos más acordes con la realidad anatómica y fisiológica. En este contexto, algunos investigadores proponen que la corteza cerebral es el sustrato biológico de los procesos psíquicos (paradigma corticocéntrico)<sup>4-6</sup> (figura 2). Hasta ese momento, la corriente de pensamiento dominante establece que esta estructura cerebral carece de funcionalidad, otorgándole un papel meramente protector, lo cual se ve reflejado en el nombre utilizado para referirse a la misma: córtex, del latín *corticea* (corteza).

Este trabajo tiene como objetivo sintetizar los principales hitos que marcan el tránsito de la doctrina ventricular a la doctrina corticocéntrica en los siglos XVII y XVIII. Para ello los autores se han documentado, siempre que ha sido posible, en las obras originales referenciadas en la bibliografía que acompaña el texto.

## Desarrollo

### *Siglo XVII: el ocaso de los dogmas clásicos*

En el siglo XVII los espíritus animales de Galeno continúan siendo la teoría de referencia para interpretar la fisiología cerebral. No obstante, comienzan a surgir voces que cuestionan que su lugar de *residencia* sean los ventrículos cerebrales. En *Theatrum anatomicum* (1605)<sup>7</sup>,

Caspar Bauhin (1560-1624) niega que estas estructuras sean el lugar donde se crean y almacenan los espíritus animales. Según este médico suizo, los espíritus animales se generan en el parénquima cerebral y, desde allí, se distribuyen, a través de los nervios, a los órganos sensoriales y músculos responsables del movimiento. Sostiene que los ventrículos no tienen otro uso que el de recibir los excrementos y residuos derivados de la nutrición del cerebro y la producción de los espíritus animales. Estas ideas son secundadas por Caspar Hoffmann (1572-1648) y Johann Wepfer (1620-1695), entre otros.

En 1634, Franciscus Sylvius (1614-1672) (figura 3) redacta una breve digresión para obtener el grado de medicina<sup>8,9</sup>. En este documento expone que los espíritus animales se generan tanto en los ventrículos como en el parénquima cerebral. Tres décadas más tarde, en la cuarta parte de su obra *Disputationum medicarum*, publicada en 1663<sup>10</sup>, declara que los espíritus animales se propagan por el sistema nervioso mediante un sistema de transporte similar al propuesto por William Harvey para explicar la circulación sanguínea<sup>C</sup>. Sylvius postula que las cortezas cerebral y cerebelosa actúan conjuntamente para separar y purificar los espíritus animales de

<sup>C</sup>En 1628 William Harvey (1578-1657) sugiere que la sangre es reutilizada gracias a un sistema circulatorio cerrado que permite su reciclaje.





Figura 3. De izquierda a derecha: Franciscus Sylvius (1614-1672), Thomas Willis (1621-1675) y Marcello Malpighi (1628-1694).

la sangre; la parte acuosa restante de la sangre forma los fluidos meníngeo y ventricular. Posteriormente, estos espíritus se trasladan a la sustancia blanca y los nervios. Si no se agotan por completo en estos niveles, son drenados a los vasos linfáticos y retornan a la sangre.

La idea esbozada por Sylvius es desarrollada por Thomas Willis (1621-1675) (figura 3) en su obra *Cerebri anatome* (1664)<sup>11</sup>. Afirma que el parénquima cerebral es la sede del alma racional del hombre, de la imaginación y la memoria. Concretamente, indica que, en la superficie del cerebro, o sustancia cortical, se crean los espíritus animales, mientras que la sustancia medular sirve para su ejercicio y dispensación<sup>D</sup>. Respecto a la doctrina ventricular, escribe:

Los Antiguos han magnificado esta *Caverna*, afirmando que es la *Tienda* de los espíritus animales,

donde se crean y realizan las principales obras de la función animal. [...] Pero, en verdad, esa opinión de los Antiguos es fácilmente derribada, porque los espíritus animales, siendo muy astutos y propensos a volar lejos, no requieren espacios tan grandes y abiertos, sino pasajes más angostos y pequeños, como los que se hacen en la sustancia del cerebro<sup>12(p96)</sup>.

La propuesta rupturista de Willis es secundada por otros médicos de la época. En 1666, Marcello Malpighi (1628-1694) (figura 3) publica *De viscerum structura exercitatio anatomica*<sup>13</sup>, obra que incluye el tratado *De cerebri cortice*. En este escribe:

La sustancia cortical del cerebro es un mosaico de numerosas glándulas pequeñas apiladas y unidas entre sí. Estas glándulas, en las que se insertan las raíces blancas de los nervios, o de las que emergen, están cuidadosamente dispuestas, unidas y relacionadas entre sí en los contornos del cerebro, figurando como pequeños intestinos retorcidos<sup>14(p87-88)</sup>.

<sup>D</sup>En sus escritos, Willis diferencia entre sustancia cortical y sustancia medular. Esta segunda corresponde a lo que actualmente entendemos por la sustancia blanca.



En otro pasaje, sugiere que estas glándulas corticales son el origen de largos y finos canales llenos de un líquido (líquido formado por los espíritus animales)<sup>15</sup> (figura 4). En *Neurographia universalis* (1684)<sup>6</sup>, Raymond de Vieussens (1641-1715) sostiene que la materia gris del cerebro es la responsable de la producción y distribución de los espíritus animales.

Los espíritus animales *migran* a la corteza cerebral tras ser expulsados de los ventrículos. Concomitantemente, comienzan a alzarse voces que cuestionan su existencia, así como su utilidad para explicar la fisiología cerebral. Giovanni Borelli (1608-1679) propone que los nervios no son conductos huecos por los que fluyen los espíritus animales, sino canales llenos de un material esponjoso, humedecido con un jugo espirituoso (*succus nerveus spirituosus*) que transmite ondulaciones<sup>16</sup>. Si bien la noción de ondulación se asemeja a la transmisión nerviosa actual, Borelli mantiene el concepto de espíritu animal en forma de jugo espirituoso. Corneille Bontekoe (1647-1685) considera que: “los antiguos, y la mayoría de los modernos, imaginaban que existían espíritus animales. Pero, después de disiparse los espíritus naturales y vitales, creemos que los espíritus animales también deben desaparecer”<sup>17</sup>(p105). En otro pasaje escribe: “En cuanto a la opinión de Willis [sobre la fisiología cerebral], es bastante absurda y trae consigo los errores más groseros del paganismo. [...] lo que en este siglo pasa por la confesión de una ignorancia vergonzosa que no merece réplica”<sup>17</sup>(p156). Los experimentos realizados por Jan Swammerdam (1637-1680)<sup>18</sup> y Francis Glisson (1597-1677)<sup>19</sup> contribuyen a demostrar que los espíritus animales no existen, y que por tanto no están involucrados en la transmisión nerviosa y el movimiento muscular<sup>E</sup>.

### Siglo XVIII: preludeo de una nueva era

A lo largo del siglo XVIII la doctrina ventricular pierde adeptos, y se generaliza la idea de que la corteza cerebral es la sede de la vida psíquica. Sin embargo, algunos autores, como Thomas von Sömmerring (1755-1830), continúan defendiendo que los ventrículos cerebrales son el asiento de la mente<sup>20</sup>. La doctrina de los espíritus animales corre una suerte similar, siendo sustituida en el último tercio del siglo XVIII por la teoría de la electricidad

<sup>E</sup>Los trabajos de Swammerdam y Glisson se enmarcan en el movimiento experimentalista abanderado por figuras como Francis Bacon (1560-1626) o Galileo Galilei (1564-1642).

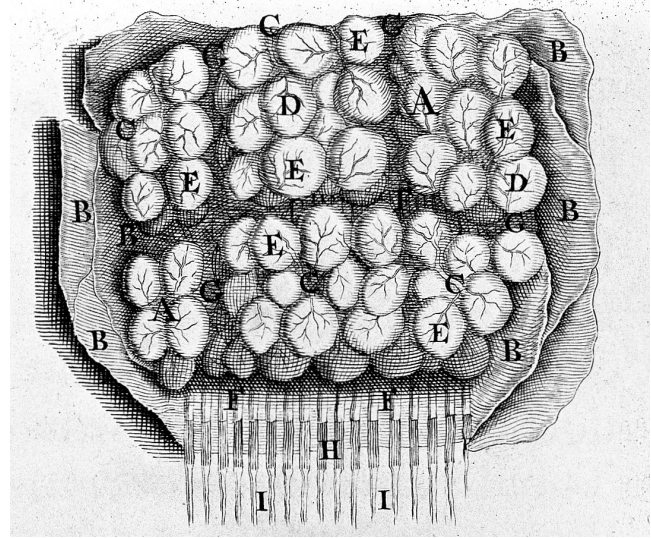


Figura 4. Representación de las glándulas corticales descritas por Malpighi. Esta ilustración pertenece a la obra *Anatomia humani corporis* de Govard Bidloo (1649-1713)<sup>15</sup>. Malpighi no incluye ningún dibujo de la corteza cerebral en *De cerebri cortice*.

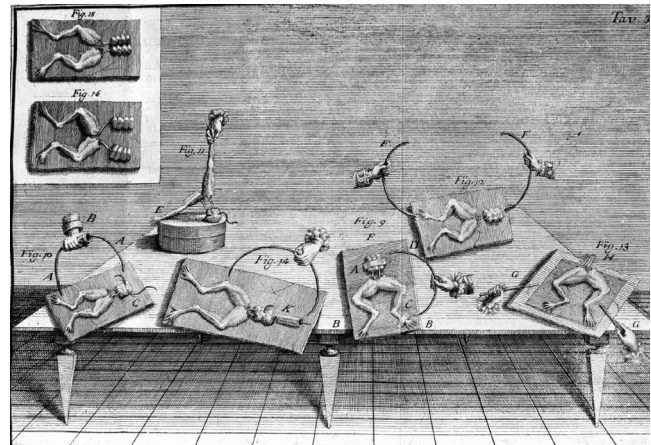


Figura 5. Algunos de los métodos utilizados por Galvani para generar contracciones musculares en las ancas de ranas mediante descargas eléctricas (Placa 3, *De viribus electricitatis in motu musculari*; 1791).

animal de Luigi Galvani (1737-1798)<sup>1</sup> (figura 5). En el tránsito de los espíritus animales a la electricidad animal, base de la actual neurofisiología, se formulan creativas propuestas que tratan de explicar cómo funciona el sistema nervioso.

En 1755 ve la luz *A dissertation on the sensible and irritable parts of animals*<sup>21</sup>, del influyente fisiólogo Albrecht von Haller (1708-1777) (figura 6). En este texto *actualiza*

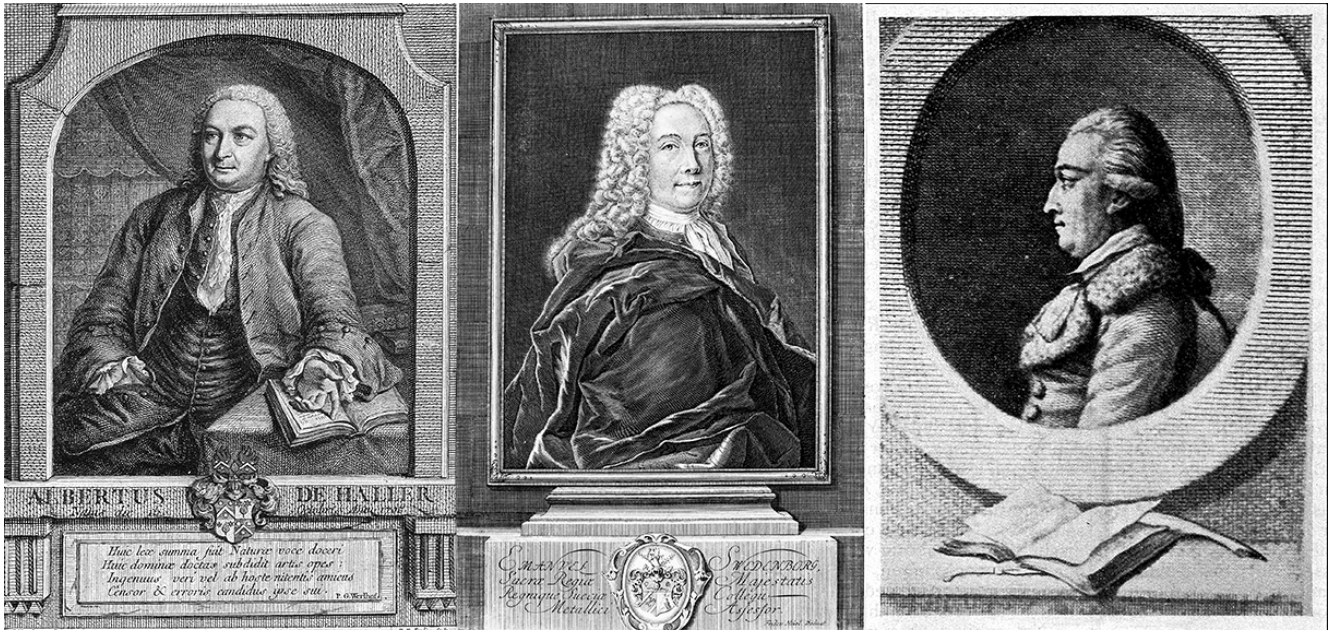


Figura 6. De izquierda a derecha: Albrecht von Haller (1708-1777), Emanuel Swedenborg (1688-1772) y Georg Procháska (1749-1820).

la antigua neurofisiología, sustituyendo los clásicos espíritus animales por la *vis nervosa* (en realidad se trata del mismo concepto, pero con diferente nombre). Plantea que los nervios disponen de una fuerza (la *vis nervosa*) que desencadena la contracción muscular, o bien transmite información sensorial al cerebro. En otro plano experimental, von Haller divide los órganos del cuerpo en irritables (p. ej., los músculos) y sensibles (p. ej., los órganos de los sentidos y los nervios). Respecto al sistema nervioso, prueba la sensibilidad de diversas estructuras cerebrales con estímulos mecánicos, eléctricos o químicos. La corteza cerebral siempre se muestra insensible, independientemente de la región estimulada. Este hallazgo le lleva a concluir que es insensible y equipotencial. A causa de su prestigio académico, y de sus múltiples contactos y simpatizantes, las ideas de von Haller son aceptadas como dogma por la comunidad científica hasta bien entrado el siglo XIX<sup>22</sup>.

En 1774 von Haller publica el segundo tomo de su *Bibliotheca anatomica*<sup>23</sup>, donde referencia el tratado

*Oeconomia regni animalis* (1740), escrito por Emanuel Swedenborg (1688-1772) (figura 6)<sup>F</sup>. Swedenborg, como antes hicieran Sylvius o Willis, defiende que la corteza cerebral está asociada con el pensamiento, el juicio y la voluntad. Sin embargo, va un paso más allá que sus predecesores: postula que la corteza está formada por regiones especializadas (*cerebellula* o *spherule*), responsables de diferentes funciones. Basándose en los datos anatómicos e histológicos disponibles, llega a la conclusión de que las *cerebellulas* son unidades funcionalmente autónomas, responsables de los procesos psíquicos:

Si la porción anterior del cerebro está herida, entonces los sentidos internos —la imaginación, la memoria, el pensamiento— sufren; la voluntad misma se debilita y el poder de determinación se embota. Este no es el caso si la lesión está en la parte posterior del cerebro<sup>24(p73)</sup>.

<sup>F</sup>El nombre de Emanuel Swedenborg está fuertemente ligado a la Nueva Iglesia, organización eclesiástica que se erige en 1787 siguiendo los preceptos incluidos en los escritos místicos de Swedenborg.



Habitualmente se atribuye a Franz Joseph Gall (1758-1828) el mérito de ser el primero en sugerir la localización cortical de funciones, si bien sería más ecuánime otorgar tal honor a Swedenborg<sup>6</sup>. En todo caso, Gall es el primero en desarrollar una teoría sobre el funcionamiento de la corteza cerebral basada en su compartimentación funcional. Las ideas de Swedenborg rompen con los planteamientos de su época, al tiempo que se fundamentan en una metodología más robusta que la empleada décadas después por Gall. Gall localiza arbitrariamente las facultades psíquicas mediante la palpación del cráneo; Swedenborg edifica sus hipótesis en el análisis de los datos clínico-patológicos recopilados por investigadores de la época. Empero, la visión de Swedenborg sobre la fisiología nerviosa no es tan vanguardista, y está alineada con la de sus coetáneos. Mantiene que los espíritus animales son el mecanismo más plausible para explicar el funcionamiento del sistema nervioso, situando su origen en las glándulas corticales descritas por Malpighi.

En 1779 Georg Procháska (1749-1820) (figura 6) publica *De structura nervorum: tractatus anatomicus*<sup>25</sup>, texto en el que reformula el concepto de *vis nervosa* de von Haller. Tomando como referencia la fuerza de atracción (*vis attractiva*) de Isaac Newton, Procháska postula que la fuerza nerviosa (*vis nervosa*) es una forma elemental de energía que no puede observarse, excepto a través de sus efectos, y que necesita de la presencia de una causa excitante (un estímulo) para manifestarse<sup>26</sup>. En otras palabras, sospecha que la fuerza nerviosa es una propiedad de las fibras y no algo que fluye por su interior.

Procháska también expone sus conjeturas sobre la localización anatómica de la vida psíquica en *De structura nervorum* (figura 7):

No es improbable que cada división del intelecto tenga su órgano asignado en el cerebro, de modo que hay uno para las percepciones, otro para el entendimiento, probablemente otros también para la voluntad, la imaginación y la memoria, que actúan maravillosamente en concierto y se excitan mutuamente a la acción<sup>25(p447)</sup>.

Asimismo, sugiere que:

El órgano de la imaginación, sin embargo, entre los demás, estará muy separado, creo yo, del órgano de

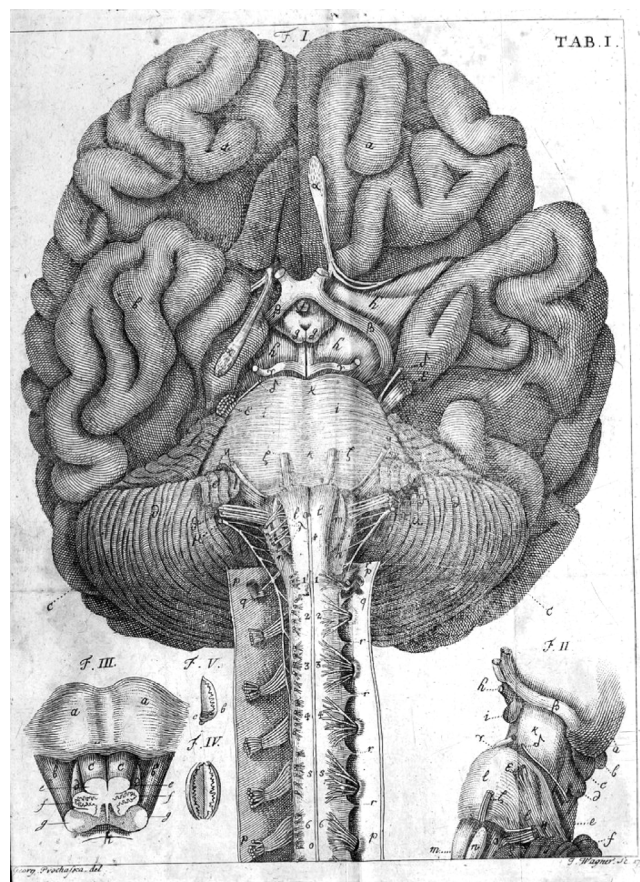


Figura 7. Ilustración del cerebro, cerebelo y bulbo raquídeo recogida en *De structura nervorum* (Procháska, 1779).

las percepciones, ya que, estando el órgano de las percepciones dormido y en reposo, el órgano de las imaginaciones puede estar en acción, condición que produce los sueños<sup>25(p447)</sup>.

De estas líneas se desprende que la teoría de la pluralidad de órganos corticales de Gall está presente, de forma muy embrionaria, en la obra de Procháska.

#### *El amanecer del localizacionismo cortical*

El pensamiento médico-científico del siglo XVIII interpreta que la corteza cerebral es una estructura unificada, no divisible en partes funcionales diferenciadas. En este contexto, surgen voces discordantes, como las de Swedenborg o Procháska, que preludian el advenimiento de una nueva era en el estudio de las funciones corticales.

<sup>6</sup>Esta primacía errónea se explica, probablemente, por el desconocimiento de los textos de Swedenborg por gran parte de los investigadores del siglo XIX. No es hasta 1901 que el médico e historiador Max Neuburger (1868-1955) los rescata del olvido, reivindicando el papel de este científico sueco en la historia de la medicina.

Era que *inaugura* Franz Joseph Gall con su *Schädellehre* (doctrina del cráneo).

A finales del siglo XVIII Gall propone que, al igual que el cuerpo se compone de diferentes órganos asociados a funciones fisiológicas concretas, la corteza cerebral también está formada por órganos mentales, cada uno de los cuales está dedicado a una función<sup>27</sup>. Avala sus ideas mediante el análisis de las prominencias craneales (craneoscopia) y deduciendo el papel funcional de diferentes regiones corticales. La *Schädellehre*, posteriormente conocida como frenología, si bien errónea en sus apreciaciones y métodos, fuerza un replanteamiento sobre la fisiología cortical. En 1825 Jean-Baptiste Bouillaud (1796-1881), tomando como referencia las tesis de Gall, expone que el órgano del lenguaje articulado está situado en los lóbulos anteriores del cerebro<sup>28</sup>, actitud que choca frontalmente con los postulados de Marie-Jean-Pierre Flourens (1794-1867). Este médico francés defiende que la corteza cerebral es homogénea y equipotencial, estableciendo que todas las regiones corticales participan en las funciones mentales, actuando de un modo unitario<sup>29</sup>. No es hasta la década de 1860 que Paul Pierre Broca (1824-1880) ofrece la primera evidencia empírica documentada de la correspondencia entre un proceso cognitivo y una región cortical específica. Concretamente postula que la tercera circunvolución frontal izquierda es el sustrato neuroanatómico del lenguaje articulado<sup>30,31</sup>. Poco después, en 1870, Eduard Hitzig (1838-1907) y Gustav Theodor Fritsch (1838-1927) vinculan regiones de la parte posterior del lóbulo frontal con la producción de movimientos específicos<sup>32</sup>. Este hallazgo, junto al de Broca, proporciona el ímpetu necesario para que en el último tercio del siglo XIX multitud de investigadores y médicos se interesen por estudiar la organización funcional de la corteza cerebral<sup>33</sup>.

## Conclusiones

A lo largo de la historia se han planteado diferentes hipótesis para dilucidar la ubicación anatómica de la actividad psíquica, y cuáles son los mecanismos que la generan. Durante siglos, la doctrina ventricular y la teoría de los espíritus animales devienen el marco conceptual a través del cual explicar la anatomía y fisiología cerebral. Los siglos XVII y XVIII constituyen un periodo de transición entre el pensamiento médico clásico-medieval y el pensamiento médico moderno. Autores como Caspar Bauhin, Johann Wepfer, Thomas Willis o Marcello Malpighi afirman que la corteza cerebral es la sede de la

vida psíquica. Emanuel Swedenborg o Georg Procháska van un paso más allá y postulan que la corteza cerebral está formada por regiones funcionales especializadas, ideas que anticipan el localizacionismo cortical del siglo XIX.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Este trabajo no ha recibido ningún tipo de financiación pública o privada.

## Bibliografía

1. Smith CUM, Frixione E, Finger S, Clower W. The animal spirit doctrine and the origins of neurophysiology. Nueva York: Oxford University Press; 2012.
2. García-Molina A, Peña-Casanova J. Fundamentos históricos de la neuropsicología y la neurología de la conducta. Teià (ES): Test Barcelona Services; 2022.
3. Brunshwig H. The noble experyence of the vertuou handy warke of surgeri. Londres: Petrus Treveris; 1525.
4. Dryande J. Anatomiae. Marpurgi: Apud Eucharium Ceruicornum; 1537.
5. Casseri GC. Tabulae anatomicae. Fráncfort: Impensis & Coelo Matthaei Meriani; 1632.
6. de Vieussens R. Neurographia universalis. Lyon (FR): Jean Certe; 1685.
7. Bauhin C. Theatrum anatomicum. Fráncfort: M. Becker; 1605.
8. Parent A. Franciscus Sylvius on clinical teaching, iatrochemistry and brain anatomy. Can J Neurol Sci. 2016;43:596-603.
9. Gubser A. The Positiones variae medicae of Franciscus Sylvius. Bull Hist Med. 1966;40:72-80.
10. Sylvius F. Disputationes medicarum. Ámsterdam: J. van den Bergh; 1663.
11. Willis T. Cerebri anatome: cui accessit nervorum descriptio et usus. Londres: J. Martyn and J. Allestry; 1664. Reeditado como: Feindel W, ed. The anatomy of the brain and nerves. Montreal: McGill University Press; 1965.
12. Willis T. The remaining medical works of that famous and renowned physician Dr Thomas Willis. Pordage S, trad. Londres: Dring, Harper, Leigh and Martyn; 1681.
13. Malpighi M. De viscerum structura exercitatio anatomica. Bolonia (IT): Ex typographia Jacobi Montij; 1666.
14. Malpighi M. Discours anatomiques sur la structure des visceres. París: Laurent D'Houry; 1687.
15. Bidloo G. Anatomia humani corporis. Ámsterdam: Sumptibus viduae Joannis à Someren, haerdeum Joannis à Dyk, Henrici & viduae Theodori Boom; 1685.
16. Glynn I. Two millennia of animal spirit. Nature. 1999;402:353.
17. Bontekoe C. Nouveaux elemens de medecine, ou reflexions physiques sur les divers états de l'homme. París: Laurent d'Houry; 1698.



18. Cobb M. Exorcizing the animal spirit: Jan Swammerdam on nerve function. *Nat Rev Neurosci.* 2002;3:395-400.
19. Wickens AP. A history of the brain: from Stone Age surgery to modern neuroscience. Nueva York: Psychology Press; 2015.
20. Sömmerring ST. *Über das Organ der Seele.* Königsberg: F. Nicolovius; 1796.
21. von Haller A. A dissertation on the sensible and irritable parts of animals. Londres: J. Nourse; 1755.
22. Steinke H. Albrecht von Haller, patron dans son réseau: le rôle de la correspondance dans les controverses scientifiques. *Rev Hist Sci.* 2013;66:325-59.
23. von Haller A. *Bibliotheca anatomica* (vol. 2). Zúrich: Orell Füssli; 1774.
24. Swedenborg E. *The brain, considered anatomically, physiologically, and philosophically: part I.* Tafel RL, ed, trad. Londres: Speirs; 1882.
25. Prochaska G. A dissertation on the functions of the nervous system. Laycock T, trad. Londres: Sydenham Society; 1851.
26. Reynolds EH. *Vis attractiva and vis nervosa.* *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005;76:1711-2.
27. Gall FJ. Schreiben über seinen bereitsgeendigten Prodomus über die Verichtungen des Gehirns der Menschen und der Thiere, an Herrn Jos. Fr. von Retzer. *Der neue Teutsche Merkur.* 1798;27:311-32.
28. Bouillaud JB. Recherches cliniques propres à démontrer que la perte de la parole correspond à la lésion des lobules antérieurs du cerveau, et à confirmer l'opinion de M. Gall sur le siège de l'organe du langage articulé. *Arch Gen Med.* 1825;8:25-45.
29. Flourens P. Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du system nerveux, dans les animaux vertébrés. París: Crevot; 1824.
30. Broca P. Perte de la parole; ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieure gauche du cerveau. *Bull Mem Soc Anthropol Paris.* 1861;2:235-8.
31. Broca P. Sur le siège de la faculté du langage articulé. *Bull Mem Soc Anthropol Paris.* 1865;6:337-93.
32. Fritsch G, Hitzig E. Über die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. *Arch für Anat Physiol und Wissenschaftliche Med.* 1870;36:30032.
33. Hécaen H, Lanteri-Laura G. Evolution des connaissances et des doctrines sur les localisations cérébrales. París: Desclée de Brouwer; 1977.