

La neurofisiología cartesiana: entre los *spiritus animalis* y el *conarium*

Francisco López-Muñoz, Cecilio Alamo, Pilar García-García

RESUMEN

Los conocimientos neurofisiológicos hasta la época de Descartes se fundamentaban en el modelo neumático-ventricular de los autores clásicos y la teoría medieval de las tres celdas ventriculares. En estas hipótesis jugaban un destacado papel los denominados espíritus animales, fluido vital que ocuparía el interior de ventrículos y nervios. Descartes elaboró una complicada teoría sobre la fisiología del sistema nervioso, basada en la doctrina neurofisiológica dualista agustiniana, que consideraba al hombre como un ser integrado por el cuerpo (*res extensa*) y el espíritu (*res cogitans*). En *El tratado del hombre* se recogen todas las teorías fisiológicas mecanicistas cartesianas, que asimilan al ser humano con un autómata artificial, salvo en el control ejecutivo superior ejercido por el alma. En esta hipótesis, la comunicación entre voluntad de la mente y movimiento del cuerpo-máquina correría a cargo de los galénicos *spiritus animalis*. Pero, además, para que esta relación armónica tuviera lugar, era preciso que el alma humana dispusiera de un asiento corpóreo. De esta forma, fijó Descartes la sede del alma en *la más interior de las partes del cerebro*, es decir, la glándula pineal. *El tratado del hombre* está considerado como el primer libro de texto europeo de fisiología y ejerció una gran influencia durante todo el siglo XVII y gran parte del XVIII. Las teorías cartesianas pueden apreciarse en los planteamientos de las corrientes iatromecánica (Borelli) e iatroquímica (Silvio, Vieussens, Willis) y constituyen una visión de la neurofisiología, con sus limitaciones, sumamente compleja y novedosa para su época.

Palabras clave: Descartes, espíritus animales, glándula pineal, neurofisiología.

The cartesian neurophysiology: between the *spiritus animalis* and the *conarium*

ABSTRACT

The neurophysiological knowledge until the time of Descartes was based on the pneumatic-ventricular model of the classic authors and the medieval three-cell theory. In these hypotheses, the so-called animal spirits—a vital fluid said to occupy the inside of the ventricles and the nerves—played an outstanding role. Descartes proposed an elaborate theory on the physiology of the nervous system, based on the Augustinian dualist neurophysiologic doctrine, that considered man as an entity composed of a body (*res extensa*) and a spirit (*res cogitans*). In the *Treatise of Man*, all of the mechanist physiological Cartesian theories are brought into play, and the human being is assimilated to an artificial robot, with the exception of the superior executive control exerted by the soul. In this hypothesis, communication between the will of the mind and the movement of the body-machine would be achieved through the Galenic *spiritus animalis* (animal spirits). However, in order for this harmonic relation to take place, it was necessary for the human soul to have a physical seat. Thus, Descartes fixed the seat of the soul on «the innermost part of the brain», that is, the pineal gland. *Treatise of Man* is considered the first European text book on Physiology and exerted a great deal of influence during the 17th and most of the 18th century. The Cartesian theories may be appreciated in the exposition of the iatromechanical (Borelli) and iatrochemical (Silvio, Vieussens, Willis) currents, and constitute, with their limitations, an extremely complex vision of neurophysiology that was quite novel for its time.

Key words: Descartes, animal spirits, pineal gland, neurophysiology.

Cuando se intenta estudiar cual es el concepto que nuestros predecesores en el tiempo tenían del cuerpo humano y su funcionamiento más íntimo, siempre se suele caer en el error de considerarlos ampliamente rebasados, distorsionados o limitados, desde la ciega seguridad que la tecnología y la ciencia actual nos han dado. Pero, de igual forma, siempre sobresale una figura que nos asombra por su genio innato, capacidad científica globalizadora, pensamiento lúcido y revelador, o por ser un adelantado de su tiempo precisamente todo esto lo encarna René Descartes (1596-1650).

Aunque más conocido desde la vertiente de la filosofía, Descartes elaboró un completo cuerpo doctrinal en materia fisiológica de gran influencia en su época. Pero incluso, prescindiendo de sus consideraciones filosóficas en relación con el alma, en la actualidad se siguen apreciando asombrosos e inquietantes paralelismos entre las propuestas del filósofo francés y descubrimientos en materia neurocientífica habidos durante el pasado siglo XX. Baste mencionar la descripción cartesiana de la percepción sensorial y emociones, o el papel fisiológico desarrollado por los espíritus animales y por la glándula pineal como responsables de la correcta comunicación entre la máquina humana y su entorno, ejerciendo de resorte íntimo en el control del exacto funcionamiento del cuerpo humano.

Pero el espíritu de fisiología cartesiana, aunque ingeniosa, peca de un carácter excesivamente deductivo y poco experimental, no se limita únicamente a su obra y la de sus coetáneos, sino que marcó e inspiró la forma de entender al hombre durante todo el siglo XVII y gran parte del XVIII. Es más, incluso en ciertas corrientes paracientíficas que surgieron durante la primera mitad del siglo XX se pueden apreciar algunas influencias consustanciales con el cartesianismo. En la presente revisión, analizaremos pues la doctrina neuropsicofisiológica cartesiana, así como sus pilares y su legado científico.

La neurofisiología precartesiana

La forma de entender la espiritualidad del ser humano ha sufrido marcadas oscilaciones a lo largo de la historia de la cultura occidental. Desde los planteamientos más bien divergentes entre filósofos y médicos de la antigüedad clásica, a la imposición de la doctrina cristiana desde la alta edad media, se fue conformando el *caldo de cultivo* que posibilitó el surgimiento de las teorías cartesianas, como a continuación se analizará. Así pues, antes de profundizar en las teorías de Descartes sobre el funcionalismo del sistema nervioso, analizaremos los antecedentes históricos que permitieron postular sus hipótesis y *sustentarlas* científicamente.

El modelo neumático-ventricular de la antigüedad clásica

Las primeras aproximaciones científicas al conocimiento del funcionalismo cerebral hay que buscarlas no en el ámbito de la medicina y anatomía, sino en el de la filosofía, y siempre ligadas al concepto dicotómico cuerpo-alma. En líneas generales, el alma (*psykhé*) era considerada en la antigüedad clásica como una entidad independiente del cuerpo. A título de ejemplo, Platón (427-347 a.C.), en *La República*, diferenciaba tres tipos de alma: un alma apetitiva, responsable de las necesidades más elementales del ser humano, como alimentación, sexo, etc.; un alma afectiva, relacionada con las emociones y percepciones sensoriales; y un alma racional, vinculada a las funciones más elevadas, como el conocimiento de lo más general y abstracto. De esta forma, mientras el alma racional presenta un carácter inmaterial e inmortal, las almas apetitiva y afectiva estarían directamente relacionadas con actividades del cuerpo¹, y vinculadas anatómicamente a él. Por el contrario, para Aristóteles (384-322 a.C.), el alma constituía la forma sustancial o el principio más importante del ser vivo, siendo co-extensiva con el cuerpo, por lo que todos los seres vivos estarían dotados de alma. Sin embargo, también divide el alma en tres tipos, vegetativa (*asimilada al alma de las plantas*), sensitiva (*compartida por el hombre y los animales*) y racional (*o intelectiva*), siendo ésta última exclusiva del ser humano. Aristóteles, heredero de los conceptos platónicos (véase el *Timaeus*), continúa vinculando el centro de la vida psíquica y de la percepción sensorial (*sensorium commune*) al corazón, y participa de la vieja idea del epos homérico (siglo VIII a.C.), que situaba topográficamente el alma en la región llamada *phren* (conexión pericardio-diafragmática). Para el estagirita, al cerebro no sería sino una simple glándula que secreta moco o pituita a través de la nariz, y, aunque las facultades intelectivas del alma residan en el sistema cerebro-ventricular, éste carecería de funciones directas en el proceso fisiológico sensorial. Estas facultades son tres, en opinión del filósofo; fantasía o imaginación, localizada en los ventrículos laterales, la anamnesis, centro de reunión de imágenes y situada en el ventrículo medio, y mneme, que correspondería a la memoria y se albergaría en el ventrículo posterior².

Entre los primeros pensadores clásicos que sostuvieron la idea de la responsabilidad del cerebro, y no el corazón, como centro coordinador de sensaciones y de

Recibido: 8 marzo 2010. Aceptado: 30 marzo 2010.

Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina, Universidad de Alcalá, Madrid. Correspondencia: Francisco López-Muñoz, Departamento de Farmacología, Universidad de Alcalá, C/ Juan Ignacio Luca de Tena 8, 28027 Madrid Madrid, España. E-mail: frlopez@juste.net.es

razón, cabe mencionar a Alcmeón de Crotona (540-500 a.C.). Ya en el siglo VI a.C., este filósofo presocrático admitía la presencia de poros y canales en el cerebro y órganos sensoriales³. Demócrito de Abdera (ca. 460 - ca. 370 a.C.), físico presocrático también, defendía la existencia de átomos vitales o psíquicos en perpetuo movimiento dentro de los poros de distintos órganos y tejidos⁴. Este planteamiento alcanzaría su máxima expresión con Hipócrates de Cos (460-377 a.C.), el máximo exponente del saber médico antiguo. En uno de los tratados del *Corpus Hippocraticum* (siglos V y IV a.C.), una colección de textos médicos que, si bien puede no ser achacado directamente al gran maestro, recoge todos los conocimientos que él transmitió a sus discípulos, titulado *Sobre la enfermedad sagrada*, se refiere como el *pneuma* procedente del aire exterior es conducido al encéfalo a través del etmoides para inducir el desarrollo de la inteligencia y como es precisamente el cerebro el asiento del alma⁵. Además, siguiendo los postulados de la doctrina humoral de los cuatro elementos, defendida, entre otros, por Empédocles (s. V a.C.), en el *Corpus Hippocraticum* afirman sus autores que: *acerca del alma, de que sea inteligente o insensata, la causa es esta combinación [del agua y del fuego], como queda aquí descrito por mí... Cuando domina el fuego en sus cursos, tal vez es posible aumentar el agua, y cuando domina el agua en la combinación acrecer el fuego. Con esto se hacen las almas más inteligentes o más insensatas*⁶.

En el Egipto de los Ptolomeos, la Escuela de Alejandría rompe finalmente con la doctrina humoralista del *Corpus Hippocraticum* y trata de construir una nueva fisiología antihipocrática. Sus dos representantes más insignes, Herófilo de Calcedonia (325-280 a.C.) y Erasístrato de Ceos (310-250 a.C.), considerados por algunos autores como *el padre de la anatomía y el padre de la fisiología*, respectivamente, recogen el legado estoico del neumatismo, promovido siglos antes por Diógenes de Apolonia (siglo V a.C.), y las teorías de Anaxímenes (585-524 a.C.) sobre el aire como principio vital. Para estos autores, el aire, una vez dentro de los seres vivos, se transformaría en *pneuma* (*spiritus*, en latín). Erasístrato comenta como el aire (*pneuma* cósmico), una vez transportado de los pulmones al corazón es transformado en el órgano cardíaco en *pneuma zootikon* (*spiritus vitalis*, en latín), para ser, posteriormente, vehiculizado, a través de la sangre, al cerebro, donde se transformaría, dentro de los ventrículos cerebrales, en *pneuma psychikon* (*spiritus animalis*, en latín). Por su parte, Herófilo propuso la teoría, perdurable casi hasta la época de Descartes, de que la glándula pineal ejercía funciones de control valvular, a modo de esfínter, regulando el flujo del *pneuma psychikon* desde el ventrículo medio al ventrículo posterior⁷⁻⁸. Para Erasístrato, el centro coordinador de la vida psíquica (*hegemonikon*) se situaría en el

cerebelo (*parenkephalis*) y meninges⁹, mientras, por su parte, Herófilo fija la sede del alma en el *kalamos*¹⁰. Aunque ya Alcmeón y Estratón de Lampsaco (340-268 a.C.) postularon que el centro de las sensaciones se situaba en el cerebro, es a los maestros de la escuela alejandrina a los que se debe la consideración de que el cerebro, asiento de la inteligencia, es una parte anatómica integrante del sistema nervioso y que los nervios (*neuron*) se implican con él de dos formas; mediando en las sensaciones y en los movimientos. Existen, pues, para estos autores, dos tipos de nervios; sensitivos (*aisthetika*), que son huecos y parten de meninges, y motores (*kinetika*), procedentes del cerebro (*enkephalos*) y del cerebelo y de naturaleza sólida y compacta⁹.

Toda la herencia filosófica-fisiológica griega fue recogida por Claudius Galeno (131-200), quien modificó la teoría neumática y elaboró una doctrina fisiológica que también perduraría hasta la época de Descartes¹¹. Siguiendo a Platón, el maestro de Pérgamo que divide el alma en tres partes: concupiscible, irascible y racional (localizadas respectivamente en hígado, corazón y cerebro) y habla de facultades humanas (*dynamis*), que se corresponden con los tres órdenes de espíritus o pneumatitas (*físico o natural, vital y psíquico*). Estos espíritus serían sustancias materiales muy sutiles que circulan en los distintos líquidos del cuerpo. Así, la sangre neumatizada en el corazón es conducida a la *rete mirabile* del cerebro y origina, en los ventrículos laterales (a los que Galeno considera un único ventrículo pareado, que denomina ventrículo anterior), el *pneuma* psíquico o *spiritus animalis*. Este *pneuma* pasaría a la médula espinal y a los nervios (*considerados huecos*) como agente inductor de la *dynamis psychiké*, de la que resultaría una acción muscular¹². En su elaborada teoría de las sensaciones, el médico de la corte de Marco Aurelio, considera al cerebro (*constituido por una sustancia de consistencia blanda y movable en sus partes más anteriores y de textura más dura a nivel posterior, incluyendo el cerebelo*) como el centro receptor de las mismas y establece la existencia de tres tipos de nervios: blandos o de funciones sensitivas, con origen en las regiones más anteriores del cerebro, duros o de funciones motoras, originados en el cerebelo y cerebro posterior, y un tercer tipo asociado a la percepción dolorosa. Serían los nervios blandos los responsables de transportar los *spiritus animalis* desde el cerebro (centro de la sensibilidad) hasta los distintos órganos de la anatomía para que puedan ejercer su correcta actividad fisiológica¹³.

Galeno estimaba que todos los estratos anímicos, incluidos los más elevados, eran plenamente materiales y, siguiendo la hipótesis humoral, defendía que el alma, al igual que el cuerpo, estaba constituida por la mezcla de cuatro humores: sangre, pituita o flema, bilis amarilla y bilis negra o atrabilis. Así, afirma en su obra *Quod animi mores corporis temperamenta sequantur* (*por qué las*

facultades del alma se derivan de la complexión humoral del cuerpo); la mayor o menor sagacidad en la parte lógica del alma depende de la complexión humoral... Una complexión humoral cálida se vuelve irascible y la irascibilidad inflama el calor innato; los que tienen una complexión humoral equilibrada tienen los movimientos del alma moderados y les es fácil la tranquilidad de carácter¹⁴. Así pues, la salud radicaría en la mezcolanza equilibrada de los humores y las enfermedades, incluidas también las del alma, se deberían a una perversión de la mezcla humoral con el consiguiente predominio o carencia de algunos de los humores y de sus respectivas cualidades¹⁵⁻¹⁷. Para los seguidores de la corriente metódica, entre los que cabe destacar a Sorano de Efeso (s. II d.C.) y Celio Aureliano (ss. IV-V d.C.), las enfermedades del alma (trastornos neuropsiquiátricos en la nosología actual) estribarían en un desorden del correcto movimiento de átomos a través de sus correspondientes canales a nivel cerebral, bien por un aumento de la tensión de los mismos (*status strictus*), bien por una excesiva relajación (*status laxus*) o por una alteración de ambas (*status mixtus*). Por último, como reacción a esta escuela, Areteo de Capadocia (ss. I y II d.C.) y su doctrina neumática, perfilada después por Descartes, entiende a la enfermedad como una discrasia en la adecuada mezcla de las cuatro cualidades elementales (calor, frío, sequedad y humedad), que daría lugar a una alteración de la dinámica del *pneuma* o *spiritus*, producto refinado del aire inspirado, a través de los conductos corporales¹.

La estructuración galénica del funcionalismo cerebral corresponde pues a un modelo que puede ser denominado *modelo neumático-ventricular*, de naturaleza eminentemente hidráulica¹⁸, en tanto se considera al cerebro como una especie de bomba que distribuye el *pneuma* psíquico procedente de los nervios sensoriales desde los ventrículos laterales hacia el cuarto ventrículo, para propulsarlos a través de los nervios motores¹⁹. Galeno consideraba que, en su flujo por el sistema ventricular, era la *vermis* superior del cerebelo, y no la glándula pineal como pensaba Herófilo, la estructura anatómica que actuaba como una especie de válvula capaz de cerrar el acueducto de Silvio e impedir el paso del *pneuma* psíquico al IV ventrículo o ventrículo posterior, localización o asiento de la memoria²⁰. Tal como destaca Spillane, esta teoría de los espíritus de Galeno será la más perdurable en toda la historia de la ciencia¹³.

La teoría medieval de las tres celdas

La dicotomía entre las dos interpretaciones de la esencia del alma, médica y filosófica, perduraron durante todo el periodo medieval. Así, los grandes médicos islámicos reinterpretaron, e incluso en algunos casos superaron, las trascendentes aportaciones de Hipócrates y Galeno, como Avicena o Ibn-Sina (980-1037), quien distinguía una poten-

cia espiritual y otra sensorial en el alma humana²¹. Sin embargo, con el auge del cristianismo, primero durante el periodo patristico y seguidamente durante el escolástico, las propiedades teológicas del alma cobraron mayor preponderancia, relegando a las propiedades operativas a un segundo nivel de interés. A título de ejemplo, Santo Tomás de Aquino (1225-1274), en un gran ejercicio de sincretismo, diferenció una serie de funciones biológicas y relacionales (como las percepciones sensoriales), comunes a hombres y animales, de las facultades apetitivas (o pasiones), y cognitivas, exclusivas del ser humano²².

En este marco, también los postulados neurofisiológicos de Galeno fueron ligeramente modificados por diferentes autores, fundamentalmente en lo relativo a la localización ventricular de las funciones psíquicas. Así, Posidonius de Bizancio (ca. 370), a finales del siglo IV, situó la sede de la imaginación en la parte anterior del cerebro, memoria en la parte posterior y raciocinio en el ventrículo medio, mientras que el obispo Nemesio de Emesa (ca. 390) localizó esas tres facultades en los ventrículos anterior, medio y posterior, respectivamente, dando lugar a la denominada *teoría de las tres celdas*¹⁸. Igualmente, Agustín de Hipona (San Agustín) (354-430), en sus escritos neuropsicológicos, toma la estructuración del sistema nervioso defendida por Erasístrato: *Et aer, qui neris infusus est, paret voluntati, ut membra moveat, non autem ipse voluntas est (De Genesi ad Litteram, 401-415)*. Por último, el autor árabe Qusta ibn Luqa (Costa ben Luca o Constabulus) (864-923), cuya explicación mecánica del funcionamiento de la memoria ejerció una gran influencia en la psicología medieval²³, combinó las teorías de Galeno y de Nemesio de Emesa en su obra *De differentia inter animam et spiritum*, donde defendió la existencia de una especie de *válvula de la memoria (vermis)*, a modo de esfínter, que regularía el paso entre ventrículo medio y posterior. Otros autores posteriores, continuaron defendiendo el trascendente papel fisiológico del cerebro que adelantó Galeno, como San Alberto Magno (c. 1193-1280), quien en su obra *Philosophia pauperum, sive Philosophia naturalis*, localiza el *sensorium commune* en el primer ventrículo y la facultad de la memoria en el tercero (el actual cuarto ventrículo), y Mondino de Luzzi (1275-1326), quien, en su *Anathomia* (1316), no sólo defiende al cerebro como centro de las sensaciones, sino que admite la capacidad de controlar al corazón.

En líneas generales, para los médicos medievales, que acabaron efectuado una compleja elaboración de las teorías galénicas, el cerebro constituía el asiento del alma, y mediante el *pneuma* operaba las facultades animales, sensaciones y movimiento, así como las tres potencias superiores o rectoras (fantasía, el entendimiento y memoria). Cada una de estas potencias superiores residiría en las tres celdas o ventrículos cerebrales: la fantasía (imaginati-

va) en el ventrículo anterior, entendimiento (cogitativa, estimativa) en el medio, y memoria en el posterior. Del mismo modo, en estos asientos corporales también se situarían las alteraciones de las correspondientes potencias, como manifestaciones secundarias de las alteraciones de los humores¹². A pesar de las críticas renacentistas y barrocas, esta teoría de las tres celdas continuaría utilizándose incluso hasta el siglo XVII, como se puede observar en una ilustración del texto de Robert Fludd (1574-1637), *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica histori* (Oppenheim, 1619).

Construyendo la arquitectura humana durante el Renacimiento inicio del Periodo Moderno

Durante el Renacimiento continuaron vigentes los planteamientos escolásticos medievales en relación con la naturaleza del alma humana. Cabe destacar en este periodo a Antonio Gómez Pereira (1500-1558), médico y filósofo castellano, quien profundizó en el concepto de alma, analizando la capacidad de los animales para lograr un conocimiento abstracto y la posibilidad de que estuvieran dotados de sensibilidad. Basándose en una racionalidad escolástica, concluyó que los animales presentaban únicamente respuestas automáticas o reflejos condicionados frente a los estímulos exteriores, por lo que no tenían conciencia de lo que sucedía a su alrededor, al contrario que el hombre, dotado de un alma racional. Gómez Pereira zanjó este tema con su célebre postulado *bruta sensu carent* (los animales carecen de sensibilidad), presentando a los animales como simples autómatas. Esta especie de dualismo puede ser entendido como un precedente inmediato de la concepción antropológica cartesiana.

Sin embargo, la crítica renacentista, de corte fundamental platónico, al dogmatismo aristotélico imperante en el ámbito cultural de épocas pasadas (fuertemente anclado aún en los claustros universitarios), permitió el resurgir de la ciencia moderna y el abandono del patrón escolástico medieval⁵. Surgen así, al calor de las nuevas condiciones socio-políticas imperantes, figuras de la talla de Kepler, Galileo, Copérnico, Harvey o Servet, que preceden a Descartes y le sirven de apoyo en su labor científica²⁴. No obstante, dos precedentes inmediatos van a influir de forma notoria en la génesis de la doctrina neurofisiológica cartesiana; el gran artista y científico renacentista Leonardo da Vinci (1452-1519) y Andreas Vesalius (1514-1564), padre de la anatomía moderna. Para Leonardo, uno de los primeros autores en aportar dibujos y esquemas de la anatomía cerebral (*Quaderni d'Anatomia*, 1504-1507), aunque no llegaron a ser publicados, el *sensus communis*, el juicio (*parte giudiziale*) y el alma se localizarían en el tercer ventrículo cerebral, y la médula espinal vehicularía las sensaciones generadas en él²⁵. Por su parte, Vesalio sigue consideran-

do la función del órgano cefálico como sede de las *dynámeis* clásicas y defiende aspectos neurofisiológicos previos, como la conducción de los espíritus animales a través de los nervios, en su magna obra *De humani corporis fabrica* (libro VII, 1543)²⁶. No obstante, ya se intuye en toda su obra un claro intento de separación del animal físico y mental. De hecho, Vesalio refutó todas las teorías clásicas de localización ventricular de las funciones psíquicas y rechazó el concepto valvular de glándula pineal o de *vermis superior cerebelli*, así como la capacidad de la *rete mirabile*, la red de vasos sanguíneos situados en la base del cerebro, para producir los espíritus animales²⁷. Su visión anatómica del hombre será posteriormente un amplio pilar para el desarrollo del pensamiento filosófico y el conocimiento fisiológico cartesiano.

No obstante, otros conceptos fisiológicos y fisiopatológicos mantuvieron su vigencia durante el Renacimiento, como el papel de los espíritus animales como herramientas de comunicación entre los estratos superiores del ser y la corporalidad, o la galénica teoría de la alteración de los humores como base de los trastornos neuropsiquiátricos. Entre los grandes defensores de esta la clásica teoría cabe destacar a Juan Huarte de San Juan (1529-1588). En su única obra, *Examen de ingenios para las ciencias* (Baeza, 1575), Huarte de San Juan defiende que los cuatro contrarios mundanos (caliente, seco, frío y húmedo) se combinan en el organismo para producir los diferentes humores, y que la proporción en la que se combinan estos humores determinaría los diferentes temperamentos, esto es, la predisposición que se manifiesta frente a las impresiones ocasionadas, bien por factores ambientales, o por factores endógenos (recuerdos, ideas, etc.)²⁸⁻²⁹. El predominio de un determinado humor ocasionaría las diferencias de *ingenio* y los diferentes trastornos neuropsiquiátricos se deberían a un cambio del temperamento del cerebro del paciente. Con respecto al papel de los espíritus animales, numerosos científicos coetáneos del filósofo francés compartían su visión fisiológica y le precedieron en su difusión, como el español Andrés Velázquez (1553-1615) o el inglés Robert Burton (1577-1640). Velázquez, en su *Libro de la melancolía* (1585), defiende que *los espíritus vitales son propios instrumentos del alma: todos los movimientos y afectos del alma se representan y lo venimos a entender por el movimiento de los espíritus*³⁰. Por su parte, Burton, en su célebre *The Anatomy of Melancholy* (1621), afirma que *el espíritu es un vapor sutil que se produce de la sangre y es el instrumento del alma para realizar sus acciones, un lazo común o medio entre el cuerpo y el alma*³¹.

Las teorías neurofisiológicas cartesianas

Aunque Descartes siempre defendió la originalidad de sus hipótesis filosóficas, en materia fisiológica y anatómica

adoptó gran parte de las teorías vigentes desde la antigüedad clásica, fundamentalmente las propuestas de la escuela neumática alejandrina en relación con los denominados *espíritus animales* (*copula animae cum corpore*), posteriormente *cristianizados* por San Agustín. Estos espíritus constituyen la base *bioquímica* que sustenta toda la doctrina neurofisiológica cartesiana, coincidente en muchos aspectos con la neurofisiología agustiniana³². No obstante, si bien las fuentes filosóficas de las que bebió Descartes no son coetáneas, si lo fueron las fuentes fisiológicas en las que basó su doctrina. Como muy acertadamente apunta Brett, *en materia de fisiología, Descartes tuvo la ventaja de ser posterior a Vesalio y la suerte de conocer el descubrimiento de Harvey*³³.

Breve aproximación biográfica a la figura de Descartes

René Descartes fue uno de los más importantes hombres de ciencia del siglo XVII. Nacido el 31 de marzo de 1596 en La Haya, Touraine (Francia), en el seno de una aristocrática y acomodada familia (hijo de un consejero del Parlamento de Bretaña), fue educado con los jesuitas, estudiando después Leyes en la Universidad de Poitiers. Soldado durante la guerra de los Treinta Años y viajero infatigable, vivió la mayor parte de su vida en Holanda, República que reunía, al amparo de una mayor libertad religiosa y de la incipiente economía moderna, las mejores condiciones sociopolíticas de la época para el desarrollo de las disciplinas humanísticas y científicas. Aceptando una invitación de la reina Cristina, se trasladó, al final de su vida, a Suecia, muriendo de una neumonía, en Estocolmo, el 11 de febrero de 1650³⁴⁻³⁸.

Al igual que los grandes genios del Renacimiento, Descartes cultivó la filosofía, matemáticas, fisiología, física, astronomía e incluso, la música, y su *Discours de la méthode* (1637) fue el breviario científico de la época. Pero, no sólo es Descartes el fundador de la filosofía contemporánea³⁹ como muy bien lo catalogó Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) (*El discurso del método*, 1637; *Meditaciones filosóficas*, 1641; *Los principios de la filosofía*, 1644), sino que también es el padre de la geometría analítica (álgebra cartesiana), el diseñador de las leyes de la refracción de la luz (las llamadas *Leyes de Descartes*) y, lo que más nos interesa, un gran estudioso de los fenómenos vitales y de las actividades fisiológicas del hombre (*La dióptrica*, 1637; *La descripción del cuerpo humano*, 1648; *Tratado de las pasiones del alma*, 1649; *De homine*, 1662 o *El tratado del hombre*, 1664; *La formación del feto*, 1664)⁴⁰. Es, en resúmenes cuentas, y muy acertadamente, el Aristóteles de la Reforma científica⁴¹.

El dualismo cuerpo-alma en la obra cartesiana

Los principios de la filosofía cartesiana se centran en descifrar la naturaleza del cosmos. Rechazando la concepción platónica del universo como un ser vivo, animado e inteligente, la concepción cartesiana del cosmos es pura mecánica. Admite Descartes que la materia y el movimiento son indestructibles y la cantidad de movimiento, cuya causa primera es Dios, es constante en el universo. Precisamente, el universo (*res extensa*) es explicado como un sistema material y mecánico regulado por las leyes inexorables de las matemáticas⁴².

No obstante, partiendo del análisis filosófico griego, aunque dentro de la fe católica que siempre profesó, Descartes da vía libre a la idea platónica de una dualidad humana cuerpo-alma^{41,43}. Dice Descartes en sus *Meditaciones filosóficas*: ... *puesto que de un lado tengo idea clara y distinta de mi mismo, en tanto que soy solamente una cosa pensante y no extensa, y, de otro lado, tengo una idea distinta del cuerpo, en tanto que es sólo una cosa extensa y no pensante, es cierto que yo, es decir, mi alma, por la que soy lo que soy, es entera y verdaderamente distinta de mi cuerpo y que puede ser o existir sin él* (6ª Meditación)⁴⁴. De esta forma, Descartes retrae el alma y la inteligencia de su concepto del cosmos. El alma (*res cogitans*), al igual que la inteligencia, como parte integrante del sujeto pensante (hombre-alma), queda, pues, fuera del mundo externo, en el que se englobaría el cuerpo humano (*res extensa*) y los animales⁴⁵⁻⁴⁶. En esta materia, Descartes adoptó la doctrina de algunos de los grandes padres y doctores de la iglesia, consideradas como el pensamiento oficial de la iglesia durante muchos siglos, como San Agustín, para quien el ser humano estaría integrado por el cuerpo y el espíritu, aunque el cuerpo no constituye la cárcel del alma: el alma se encontraría en cada una de las partes del cuerpo (*De Trinitate*).

Así pues, como muy bien apunta Hall, el carácter irreconciliable entre las clásicas teorías griegas y el dogma cristiano van a marcar el devenir filosófico de la obra de Descartes⁴⁷. Sin embargo, la ortodoxia escolástica que los jesuitas enseñaron a Descartes, fue parcialmente rechazada por el filósofo francés, quien no compartía los planteamientos tan abiertamente holísticos como los agustinianos⁴⁸. Así, admite el filósofo francés la existencia de una mente inmaterial o alma (*res cogitans*), libre totalmente de las leyes de la mecánica y a cuyas percepciones íntimas llama pasiones. Unida a esta *res* y subordinada a ella, existe una realidad material o cuerpo animal (*res extensa*), en perfecta armonía para constituir al ser humano⁵. En su obra *El tratado del hombre* (1664) afirma Descartes al respecto: *supongo que el cuerpo no es otra cosa que una estatua o máquina de tierra a la que Dios forma con el propósito de hacerla tan*

semejante a nosotros como sea posible [art. 2]... Cuando Dios da un alma racional a esta máquina, otorgará a esta alma como sede principal el cerebro (art. 28)⁴⁹. Por tanto, es precisamente la admisión del principio del dualismo *espíritu-materia*, lo que abre un pequeño resquicio en la afanada defensa que Descartes hace de su doctrina mecanicista.

Algunos autores contemporáneos han criticado abiertamente la postura dualista de Descartes, incidiendo en la completa separación entre pensamiento o inteligencia y el cuerpo humano, como el neurólogo Antonio Damasio en su *best-sellers* *Descartes Error: Emotion, Reason, and the Human Brain* (1994): *el enunciado quizá más famoso en la historia de la filosofía, aparece primero en la cuarta sección de El Discurso del Método (1637), en francés (je pense donc je suis; pienso, luego existo); y luego en la primera parte de Los principios de la filosofía (1644), en latín (cogito ergo sum)*. Tomado literalmente, el enunciado ilustra precisamente lo contrario de lo que creo que es verdad acerca del origen de la mente y acerca de la relación entre mente y cuerpo. Sugiere que pensar, y la consciencia de pensar, son los verdaderos sustratos del ser. Según este neurólogo, el hecho de que la actividad mental esté separada de la estructura cerebral y de su funcionamiento íntimo, sería un craso error, porque el cerebro constituiría con el resto del organismo un ente indisociable formado por múltiples vías neuronales y bioquímicas que relacionan al sujeto con el ambiente exterior. Según este autor (y muchas de las corrientes científicas actuales), la actividad mental surgiría que dicha interacción, y en términos anatómicos y funcionales, es posible que exista un hilo conductor que conecte razón con sentimientos y cuerpo⁵⁰. Para Damasio, el gran error de Descartes fue introducir a la ciencia en un racionalismo intocable.

Sin embargo, en su última obra publicada en vida (*Las Pasiones del Alma*), Descartes pone de manifiesto que la relación entre alma y cuerpo es algo más que la suma de ambas entidades. Por este motivo, algunos autores⁵¹ hablan de *triadismo* en relación con los postulados cartesianos defendidos en esta obra, ya que se intuye una *tercera distinción* o *cualidad* que correspondería a la interacción entre las dos sustancias que integran al ser humano, a modo de experiencia de unidad. De hecho, independientemente de que el alma ejerza de manera más particular sus funciones en determinadas estructuras anatómicas, como después se discutirá, en el artículo XXX de *Las pasiones del alma*, Descartes especifica que *el alma está verdaderamente unida a todo el cuerpo y que no se puede decir propiamente que esté en alguna de sus partes con exclusión de las demás, ya que es uno y de alguna manera indivisible*⁴². Desde este punto de vista, algunos autores han criticado la postura de Damasio con un *or Damasio's Error*⁵².

El hombre-máquina: El tratado del hombre

Como contrapunto a la anatomía renacentista de Vesalio, de carácter arquitectónico, Descartes desarrolla un concepto enteramente mecánico de la actividad del cuerpo humano. De hecho, se considera al filósofo francés como el inventor del *hombre-máquina*, cuyo funcionamiento se podría explicar sin necesidad de apelar a contingencias exteriores. Además, siguiendo sus postulados, el movimiento de las partes que conforman el ser vivo debe obedecer a las mismas leyes que gobiernan el resto del universo⁴³.

Gran parte de la doctrina fisiológica cartesiana queda recogida en el *Traité de l'Homme*, la obra que tal vez influyó más en la concepción de la psicofisiología humana durante todo el siglo XVII y que está considerada como el primer libro de texto europeo de fisiología³⁴. *El tratado del hombre* era, originalmente, un texto destinado a ser el capítulo XVIII de una obra más extensa, *El tratado de la luz o El mundo (Du Monde)*. Sin embargo, esta magna obra jamás llegó a ser publicada por el científico francés. De hecho, empezó a ser planeada a finales de 1629 y tras cuatro años quedó lista para imprimir a mediados de 1633. No obstante, la publicación de este gran trabajo fue suspendido por Descartes al conocer la condena a Galileo Galilei (1564-1642) (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*, 1632) por parte de la Inquisición en 1633⁵³. Algunos autores han pensado, incluso, que el juicio a Galileo, celebrado en septiembre de 1633, influyó tanto en el pensamiento de Descartes, que le hizo suavizar sus postulados neurofisiológicos, plasmados en *El tratado del hombre*, donde la dualidad materialista cuerpo-mente es tremendamente evidente, hasta la redacción de *El tratado de las pasiones del alma*, donde su teoría neuropsicológica es más acorde con la doctrina agustiniana oficial de la iglesia, al conceder al alma racional un papel controlador del funcionalismo de la *máquina humana*⁵⁴. La primera edición de *El tratado del hombre*, publicada póstumamente en latín doce años después de la muerte del autor, apareció en Leiden, en 1662, con el título *De Homine*, y fue realizada e ilustrada por Florent Schuyt (1619-1669).

En *El tratado del hombre*, y merced al gran auge que durante el Renacimiento adquirieron los denominados autómatas (relojes, figuras religiosas y cortesanas, molinos, etc.), algunos de ellos muy alabados por el filósofo, como las estatuas *movientes* diseñadas por los hermanos Francini en Saint Germain-en-Laye, se compila toda la doctrina mecanicista de Descartes, cuando compara el cuerpo humano con las fuentes que adornan estos jardines reales. Asevera el filósofo: *en verdad puede establecerse una correcta comparación de los nervios de esta máquina que estoy describiendo con los tubos que forman parte de la mecánica de esas fuentes, sus músculos y sus tendones*

pueden compararse con los ingenios y los resortes que sirven para moverlas; los espíritus animales con el agua que las pone en movimiento; su corazón con el manantial y, finalmente, las concavidades del cerebro con los registros del agua... Y finalmente, cuando esta máquina posea un alma racional, habrá de estar localizada en el cerebro y su función será comparable a la del fontanero, quien debe permanecer ante los registros donde se reúnen todos los tubos de esas máquinas, si desea provocar, impedir o modificar en cierto modo los movimientos de la fuente (art. 16)⁴⁹.

Sin embargo, existe, en opinión de Descartes, una clara diferencia entre las máquinas movientes que puede hacer la industria de los hombres y los seres humanos, ya que esta máquina habiendo sido hecha por la mano de Dios, es incomparablemente mejor ordenada y tiene movimientos más admirables que ninguna de las que pueden ser inventadas por los hombres (Discurso del método)⁴².

Neuroanatomía cartesiana

Para Descartes, el sistema nervioso se compone de cerebro y nervios. En el cerebro considera tres partes diferentes; la superficie externa (envuelta por la piamadre), la superficie interna (paredes de los ventrículos) y la sustancia cerebral, situada entre ambas superficies. La superficie interna es, en su visión anatómica, la parte más importante del encéfalo y está completamente surcada de poros, que no son otra cosa que los espacios existentes entre hilillos nerviosos que forman una especie de malla o red. Estos hilillos se dirigen directamente a la superficie externa del cerebro (los más cortos), o bien forman los nervios propiamente dichos que se reparten por el cuerpo (los más largos). Frente al clásico concepto, imperante aún durante el siglo XVII, que asimilaba a los nervios con canales huecos, Descartes defiende un sistema dual que contempla también la existencia, en el interior de los mismos, de una delicada red de hilillos o fibrillas que acaban confundiendo con los hilillos que integran el cerebro y que permiten la existencia de espacios entre ellos para el correcto flujo de los espíritus animales: *obsérvese, por ejemplo el nervio A, cuya piel exterior es como un gran tubo que contiene otros de menor diámetro, como son b, c, k, l, etc., que están formados por una piel interior más fina; a su vez estas dos pieles se prolongan mediante K, L, que rodean el cerebro M, N, O. Así mismo debe notarse que en cada uno de estos pequeños tubos se localiza una pequeña médula, compuesta de varios filamentos muy finos, que tienen su origen en la propia sustancia del cerebro y cuyas extremidades se insertan, por una parte, en su superficie interior, y, por otra, en las pieles y carnes en las que se insertan tales tubos* (art. 19)⁴⁹.

Los nervios terminarían en las masas musculares y

dispondrían, a este nivel, de unas válvulas que permiten la entrada de los espíritus animales en el interior del músculo: debe observarse finalmente que entre los tubos *bf, ef*, se localiza una piel fina y pequeña, *Hfi*, que separa esos dos tubos; su función es similar a la de una puerta que se mueve en dos direcciones, *H* e *i*, y que está dispuesta de tal modo que, cuando los espíritus animales que tienden a descender desde *b* hacia *H*, tienen más fuerza que los que tienden a ascender desde *e* hacia *i*, desciende y provocan su apertura en la dirección de *i*; de este modo los espíritus que se encuentran en el músculo *E* pueden fluir hacia *D*. Pero cuando los que tienden a subir desde *e* hacia *i* poseen una fuerza mayor o simplemente igual a la que poseen los otros, entonces cierran el conducto mediante *Hfi*, impidiéndose ellos mismos salir del músculo *E*. Por último, si alguna vez los espíritus contenidos en el músculo *D* tienden a salir por *dfe* o bien por *dfb*, el repliegue *H* puede extenderse, cerrándose el conducto (art. 21)⁴⁹.

En su trayecto por el cuerpo, los nervios dispondrían también de un mecanismo valvular distal, similar al propuesto por William Harvey (1578-1657) en su descripción de la circulación sanguínea, para mantener y controlar el correcto flujo espiritual⁵⁵. Aunque la vía motora era completamente desconocida para el filósofo y sólo describe una vía nerviosa sensitiva, es fácil extraer de su teoría una lógica explicación a este problema: así, los hilos o pequeños filamentos que constituyen los nervios (*el continente*) serían los responsables de la sensibilidad y los espíritus animales (*el contenido*) responderían de la motilidad.

El papel de los espíritus animales

El creador de la duda metódica fue un fiel heredero de muchos conceptos filosóficos y fisiológicos de los maestros griegos y romanos de la antigüedad (sobre todo, de Galeno). En este sentido, según los planteamientos neuropsicofisiológicos de Descartes, la plácida armonía existente entre la voluntad de la mente y el movimiento del cuerpo precisaría una perfecta comunicación, que correría a cargo de los galénicos *spiritus animalis*. Sin embargo, la naturaleza de estos espíritus es bastante oscura en la obra cartesiana. Siguiendo a Tertuliano de Cártago (155-230), Descartes considera que no se trata de una sustancia líquida, sino de sutiles fluidos que ocupan el interior de los ventrículos cerebrales y de los nervios, a modo de pequeñas partículas en rápido movimiento; en suma, una especie de quinta esencia, originada, por rarefacción, del líquido sanguíneo.

Según los postulados fisiológicos cartesianos, la fuente de renovación sanguínea procede del jugo alimentario, siendo el hígado el órgano donde el líquido procedente del tubo digestivo se sutaliza y se transforma en sangre, *tal y como el jugo de las uvas negras que es blanco, se convierte*

en clarete cuando fermenta en su hollejo (art. 4)⁴⁹. Por su parte, el corazón, dotado de uno de esos fuegos sin luz, sería el responsable de la purificación (arterialización) del líquido sanguíneo, fenómeno explicado por Descartes mediante un modelo termomecánico. El calor del corazón hace que la sangre venosa que llega a la cavidad derecha (cámara o concavidad derecha, en palabras de Descartes) entre en ebullición y se vaporice. Los vapores salen por la vena arteriosa (arteria pulmonar) hacia el pulmón, al contraerse la cavidad derecha, y se condensan, originando la sangre arterializada. Esta regresa a la cavidad izquierda por la arteria venosa (venas pulmonares), y al contraerse se distribuye por toda la anatomía, a través de las arterias. La sangre arterializada poseería, a su vez, distintas partes. Defiende Descartes que: ... las partes que son más vivas, dotadas de mayor fuerza y más sutiles, son las que van a parar a las concavidades del cerebro, puesto que las arterias que allí conducen se dirigen en línea recta desde el corazón y, como se sabe, todos los cuerpos en movimiento tienden en lo posible a continuar su movimiento en línea recta (art. 12)⁴⁹. Así pues, esas partes más vivas de la sangre serían el origen de los espíritus animales. Parece pues que Descartes no conocía el descubrimiento del líquido cefalorraquídeo por parte de Niccolò Massa (1485-1559), en 1536 (*Anatomiae Libri Introductorius*).

Por último, para que esta relación armónica entre mente y máquina tenga lugar, es necesario que la *res cogitans* o alma humana tenga un asiento corpóreo y físico, desde donde le sea posible esa misteriosa comunicación. De esta forma, fija Descartes la sede del alma en la *más interior de las partes del cerebro*, es decir la glándula pineal (*epiphysis cerebri* de los clásicos)⁵⁶.

La glándula pineal: eje anatómico cartesiano de la neuropsicofisiología humana

La estructura íntima de la glándula pineal, como la del resto del cerebro, constaría, en opinión de Descartes, de *hilillos separados por poros donde penetra la sangre procedente de los plexos coroideos y las arteriolas epifisarias*⁵⁵. Para llevar a cabo su función, la glándula pineal destilaría unas finas partículas suspendidas en el líquido sanguíneo y engendradas en el ventrículo izquierdo del corazón, al calor del miocardio (*cierto viento muy sutil o mejor una llama muy viva y muy pura*, en palabras del científico)⁴⁹ y las transformaría en los *sprits animaux*. Las partículas más groseras, por su parte, al no ser filtradas por el órgano pineal, se dirigirían a la superficie cortical del cerebro para servir de elemento nutritivo²⁵. Estos espíritus poseerían dos propiedades fundamentales: son partículas muy pequeñas y se mueven muy deprisa, como las partes de la llama que sale de una antorcha (art. X)⁴².

De esta forma, el científico barroco adjudica a la glán-

dula pineal un papel prioritario y fundamental en el mecanismo íntimo de relación del hombre-máquina con su entorno. Este papel es, a todas luces, demasiado complejo para su época y, sin perder su carácter audaz, asombra hoy en su precoz intento de explicar, por ejemplo, el reflejo neuromuscular⁵⁷. Descartes lo refiere, textualmente, de la siguiente manera ...*mirad en la figura adjunta los filamentos 12, 34, 56 y análogos que componen el nervio óptico y se extienden desde el fondo del ojo 1, 3, 5 hasta la superficie interior del cerebro 2, 4, 6 y pensad que están de tal modo dispuestos que si los trazos que vienen, por ejemplo, del punto A del objeto van a presionar el fondo del ojo en el punto I, tensan por este medio todo el hilillo 12 y agrandan la abertura del tubito marcado 2, del mismo modo que los rayos que vienen del punto B aumentan la del tubito 4 y así los demás, de manera que según como los puntos 1, 3, 5 son oprimidos por esos rayos trazan en el fondo del ojo la figura que se relaciona con el objeto ABC, según se dijo antes. Y es evidente que las diversas maneras de ser abiertos los tubitos 2, 4 y 6 por los hilillos 12, 34, 56, etc., la deben trazar también en la superficie interior del cerebro... Pensad luego que los espíritus que tienden a entrar en cada uno de los tubitos 2, 4, 6 y análogos no vienen indiferentemente de todos los puntos que existen en la glándula H, sino de alguno en particular y que son vienen, por ejemplo, del punto a de esa superficie tienden a entrar en el tubo 2, los de los puntos b y c entran a los tubos 4 y 6 y así sucesivamente, de manera que, en el mismo instante en que la abertura de esos tubos se agranda, los espíritus comienzan a salir más libre y rápidamente que lo hacían antes por los lugares de esa glándula situados enfrente. Por otra parte, según los diversos modos de abrirse los puntos 2, 4 y 6, se trazará una figura que está en relación con la del objeto ABC en la superficie interna del cerebro, así como los espíritus que salen de a, b, c la trazan sobre la superficie de la glándula. (Art. 65)⁴⁹. Según este análisis, las figuras del mundo exterior impresionarían primero la superficie de los ventrículos y, secundariamente, gracias a los espíritus animales en ellos contenidos, se impresionaría la superficie de la glándula como un sello en la cera⁴¹.*

En la descripción de la fisiología cartesiana (similar según el autor a la percepción visual, auditiva, olorosa, gustativa o táctil), la glándula pineal recibiría pues impresiones sensoriales del exterior e instigaría movimientos musculares distales, por mediación de los espíritus animales⁵⁷. Estos serían conducidos, por movimientos activos de la glándula, hacia el sistema ventrículo-cerebral (las concavidades cerebrales cartesianas) y de aquí llegarían a la periferia del cuerpo, atravesando la multitud de poros que supuestamente presentan las paredes de los ventrículos. Los poros ventriculares poseen, dentro de esta teoría fisiológica, capacidad de cierre o de apertura en función del tipo y grado de estimulación sensorial, pudiendo, de esta forma,

limitar el flujo de los espíritus animales que, de la glándula pineal, se dirigen a los músculos a través de los tubos nerviosos. Una vez que estos espíritus alcanzan el músculo, fuerzan un cambio en su forma que induce el movimiento muscular. Con la ayuda de un dibujo se resume en *El tratado del hombre* todo el proceso: que los espíritus que salen de la glándula por haber dilatado la parte del cerebro marcada A y entrecubierto todos sus poros, fluyen de allí hacia B, luego hacia C, y, finalmente, a D, de donde van a repartirse por todos los miembros y tienen de ese modo los filamentos de que esos nervios y el cerebro se componen tal tensión, que las acciones, por poca que sea su fuerza para moverlos, se comunican fácilmente de un extremo al otro, sin que los rodeos de los caminos por que pasan se lo impidan (art. 65)⁴⁹.

Para ofrecer esta explicación mecánica del fenómeno fisiológico, dispone Descartes de la ventaja de una presumible movilidad de la glándula pineal⁵⁸, pues: ... está compuesta de un material muy blando y no está completamente unida a la sustancia del cerebro, sino solamente prendida a unas pequeñas arterias, cuyas paredes son bastante débiles y flexibles; la glándula está suspendida como una balanza a causa de la fuerza de la sangre que el calor del corazón impulsa hacia ella (art. 72)⁴⁹. Esta capacidad de movimiento que posee la epífisis para regular el flujo de los espíritus animales se asimilaría, en términos mecánicos, al papel de una válvula. No obstante, este concepto valvular, que permitiría al órgano pineal ejercer como *guardián* del flujo de los espíritus animales, no sería propio de Descartes, según algunos autores⁴, pues un siglo antes ya había sido propuesto por autores de la talla de Giacomo Berengario da Carpi (c. 1460-c.1530), Jean Fernel (1497-1558), expositor moderno del sistema médico galénico (*Universa Medicina*, 1554), e incluso por el propio Harvey, coetáneo de Descartes, en su obra *Praelectiones Anatomiae Universalis* (1626).

Pero no sólo es la glándula pineal la pieza anatómica clave en la caracterización que Descartes hace del cuerpo humano, sino que, además, juega un destacado papel en su psicofisiología, ya que este órgano constituye el asiento del alma racional humana, como se ha mencionado con antelación⁵⁹. Su implicación es detalladamente relatada por Descartes en su obra *Las Pasiones del Alma*, donde afirma que: *está de tal modo suspendida entre las cavidades que contienen esos espíritus que puede ser movida por ellos de tantos modos distintos como diversidades sensibles hay en los objetos; pero que también puede ser movida de diversas maneras por el alma, la cual es de tal naturaleza, que recibe tantas percepciones distintas como movimientos acontecen en esa glándula; como también, recíprocamente, la máquina del cuerpo está de tal modo compuesta que, por el solo hecho de que esa glándula sea movida de diversos modos por el alma o por cualquier otra*

cosa posible, impulsa a los espíritus que la rodean hacia los poros del cerebro, que los conducen por los nervios a los músculos (art. XXXIV)⁴². Así, toda la acción del alma consiste en que, por el solo hecho de querer una cosa, hace que la glándula, a que está estrechamente unida, se mueva de la manera necesaria para producir el efecto que corresponde a la voluntad (art. XLI)⁴², de forma que provocaría movimientos musculares inclinándola de tal manera que los espíritus se deslicen por unos u otros poros de las paredes ventriculares. Para Descartes, en suma, cada cambio en la posición de la glándula pineal correspondería a una percepción distinta del alma, y ésta, por su parte, podría mover la glándula por el mero hecho de percibir⁴³.

La epífisis es, en resumen y siguiendo las palabras del propio autor, *el órgano del sentido común y de la imaginación*, el almacén de las vivencias pretéritas y la responsable de *los apetitos y las pasiones*.

A propósito de las razones que justifican la elección de la glándula pineal como regidora del funcionalismo humano.

Las razones que llevan Descartes a considerar la glándula pineal como centro de control del cuerpo, alojamiento del *sensorium commune* (punto convergente de todas las sensaciones en el cerebro) y asiento del alma (*siège de l'âme*) son, con toda seguridad, de carácter netamente anatómico⁶⁰, como se pone de manifiesto en ciertas cartas remitidas por el filósofo durante el año 1640⁶¹, quizá inducidas por el notable progreso en el conocimiento del sistema nervioso experimentado en la época²⁵, conocimientos de los que parecía disponer el físico francés. Además, quizás habría que contemplar también razones de tipo matemático en esta elección, ya que Descartes se decanta por un órgano localizado precisamente en el centro geométrico del cerebro.

Sin embargo, hay que tener presente la errónea ubicación anatómica del órgano pineal en las obras cartesianas. Descartes, en concreto, localizaba la glándula pineal en la porción rostral del *sulcus lateralis cerebri*, que conecta el III ventrículo cerebral con el IV ventrículo⁴³, *un lugar bien protegido, que es casi inmune a las enfermedades*²⁶. En este marco anatómico se sitúa topográficamente la glándula pineal como colgada de unas arteriolas y no unida a la sustancia cerebral. Aunque las ilustraciones de *El tratado del hombre* presentan un claro error de forma, al mostrar la glándula pineal haciendo protusión en el interior de los ventrículos, posiblemente no respondan a un defecto en el conocimiento anatómico del propio Descartes. Estas ilustraciones fueron encargadas por Claude Clerselier (1614-1684), editor en francés del tratado y cuñado del filósofo, a Louis de la Forge (1632-1666), doctor en medicina en La Flèche, y Gérard van Gutschoven (1615-1668), profesor de anatomía en Lovaina y partícipe de los postulados

mecanicistas cartesianos, catorce años después de morir el autor. De esta forma, los dibujos serían meras interpretaciones de los ilustradores, supervisados por Clerseier, sobre la obra póstuma del maestro (de hecho, al dibujar la glándula pineal con un tamaño mucho mayor que el natural, los ilustradores estarían resaltando la importancia concedida por Descartes a este órgano)^{25,62}. Por otro lado, según defiende Carter, las técnicas anatómicas de disección de la época no eran tan sofisticadas como para poder establecer localización precisa de la glándula pineal, de forma que muchos autores proponían una situación interna de la misma con respecto a la sustancia cerebral⁴³.

En este sentido, muchos son los que tachan a Descartes de no ser médico, ni anatomista, ni fisiólogo, pero parece ser cierto que conocía perfectamente el trabajo de Vesalio, de Giulio Casserio (1545-1616)⁴¹ y de Caspar Bauhin (1560-1624)³², y le era muy familiar la obra de Harvey, como se desprende de la correspondencia mantenida con su confidente, el padre Marin Mersenne (1588-1648)^{54,63}. Quizás, Descartes también conocía la obra y opinión del famoso profesor de Anatomía de la Universidad de Utrech, Ysbrand van Diemerbroeck (1609-1674), coetáneo del filósofo francés, quien postuló la posible localización del *sensorium commune* en la glándula pineal, el lugar donde concurren todo tipo de estímulos sensoriales. Además, la medicina tampoco era ajena a su familia, pues tanto su bisabuelo por línea materna (Jean Ferrand), como su abuelo paterno (Pierre Descartes), eran médicos⁶⁴. Algunos autores incluso postulan la posibilidad de que hubiera estudiado medicina en la Universidad de Poitiers cuando finalizó sus estudios en La Flèche⁶⁵. Por otro lado, durante su residencia en Leiden, Descartes realizó un curso de anatomía impartido en la Universidad de esta ciudad por el profesor Adriaan van Valkenburg^{32,66}, y durante su estancia en Amsterdam, entre 1629 y 1632 (justo los años en los que redactó *El tratado del hombre*), visitó mataderos, donde examinaba cerebros de animales, y efectuó numerosas disecciones, según explica en 1691 su primer biógrafo Adrien Baillet (1649-1706)⁶⁷. Por último, hay que resaltar que Descartes también presencié autopsias, según se desprende de la correspondencia mantenida con Mersenne durante el año 1640: *hace tres años en Leiden, cuando yo asistí a la autopsia de una mujer, me fue imposible reconocerla [la glándula pineal], a pesar de que observe detenidamente y conocía perfectamente donde se encontraba, pues estaba acostumbrado a localizarla sin dificultad en animales recién sacrificados*⁴⁰. Tras su muerte en Estocolmo, se encontró gran cantidad de notas y dibujos, a modo de manual de anatomía, titulado *Excerpta Anatomica* y redactado entre 1631 y 1648. Entre estas ilustraciones se encuentra una en la que, por ejemplo, se muestran las relaciones del plexo coroideo, los ventrículos y la glándula pineal de oveja²⁵.

Así pues, considera Descartes que todos los órganos sensoriales y cefálicos son dobles, salvo esa pequeña y solitaria glandulita situada geoméricamente en el centro del cerebro (*primus inter pares*) y suspendida sobre los canales que contienen los espíritus animales⁶⁸. Su localización central le permitiría recibir, con la misma intensidad, cualquier estímulo procedente de órganos periféricos, mientras que su carácter unitario haría posible la naturaleza del proceso integrativo de las percepciones y sensaciones, procedentes de órganos duplicados. No obstante, esta elección tampoco es original del filósofo francés pues en el siglo XVI, el médico italiano Girolamo Fracastoro (1483-1553), adelantándose a los postulados de Descartes, ya insistió en que era precisa la existencia de un órgano cerebral impar que pudiera actuar integrando y coordinando todas las percepciones sensoriales captadas por el organismo. Para Fracastoro, ese órgano debía ser el *conarium*, asiento, en su opinión, de la capacidad de razonamiento⁶⁹. En el artículo XXXI de su última obra, *Las pasiones del alma*, titulado *como se conoce que esta glándula es el principal asiento del alma*, Descartes explica definitivamente los motivos de su elección: *la razón que me ha hecho persuadirme de que el alma no puede tener en todo el cuerpo ningún otro lugar que esta glándula en la que ejerce inmediatamente sus funciones, es la consideración de que las demás partes de nuestro cerebro son todas dobles, lo mismo que tenemos dos ojos, dos manos, dos orejas y, en fin, lo mismo que todos los órganos de nuestros sentidos externos son dobles; y puesto que sólo tenemos un pensamiento único sobre una cosa al mismo tiempo, es preciso necesariamente que exista un lugar en el que las dos imágenes que vienen de ambos ojos, u otras dos impresiones cualesquiera, que vienen de un sólo objeto por los órganos dobles de los sentidos, puedan unirse en una antes de llegar al alma, para que no le presenten dos objetos en vez de uno. Y se puede concebir con facilidad que estas imágenes u otras impresiones se junten en esta glándula por medio de los espíritus que llenan las cavidades del cerebro; pero no hay ningún lugar en el cuerpo en el que puedan estar así unidas, sino después de estarlo en esta glándula* (Art. XXXI)⁴².

Descartes aparece, pues, como uno de los primeros científicos que abordan, aunque de forma manifiestamente errónea a la luz de los conocimientos actuales, el problema de la localización de las funciones cerebrales⁵⁶, abriendo paso, en este sentido, a la ingente labor de Thomas Willis (1621-1675).

La herencia de los postulados neurofisiológicos cartesianos

La influencia de las teorías neurofisiológicas cartesianas perduró durante todo el siglo XVII y gran parte del XVIII. Consecuencia inmediata del pensamiento de Descartes son la corriente iatromecánica, cuya máxima figura fue

el italiano Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), y entre cuyos seguidores se encuentra el más famoso ilustrador de *El tratado del hombre*, Louis de la Forge (*Le Traité de l'esprit de l'homme*, 1665), y la corriente iatroquímica. La Doctrina iatroquímica florece en la segunda mitad del siglo XVII y sus representantes más insignes, Franz de le Boë Silvio (1614-1672), amigo personal de Descartes, Thomas Willis y Raymond Vieussens (1641-1715), grandes anatomistas y profundos estudiosos del sistema nervioso, continúan explicando su funcionamiento con la teoría de los espíritus animales (*De anima brutorum*, 1672 y *De cerebri anatome*, 1664 de Willis y *Neurographia universalis*, 1685 de Vieussens)^{2,24}, aunque con matices diferenciales respecto a la doctrina cartesiana.

No deja de ser llamativa la gran influencia del trabajo de Descartes en la obra de Willis, quien, amparado en unas condiciones más favorables para el estudio científico, como la existentes en la Gran Bretaña de la época (una distinta cultura filosófica, desarrollada a la sombra de Francis Bacon (1561-1626), en oposición manifiesta a las doctrinas aristotélicas, y una distinta relación entre religión y ciencia), pudo perfeccionar el modelo neurofisiológico cartesiano. Para Willis, los espíritus animales de Descartes se corresponderían con un concepto tan clásico como el *alma corporal*, y su naturaleza sería lumínica. Además, en su caracterización anatómica, los nervios no serían huecos como proponía Descartes, por lo que el fluido corporal se deslizaría por la superficie de los mismos. Para explicar esta teoría, Willis recurre a un símil pirotécnico: *los espíritus animales son la luz antes de iniciarse el fuego. Su transferencia está determinada por el proceso de ignición y su efecto es de la misma naturaleza que la deflagración. En este concepto fisiológico, los nervios no se asemejan a largas cuerdas o tubos, sino más bien a las mechas*⁷⁰. Con Willis, quien se inspiró estrechamente, al igual que Descartes, en los trabajos sobre la circulación de la sangre de Harvey, se inicia una nueva época en la forma de entender el funcionalismo del sistema nervioso, donde el papel prioritario de los ventrículos (*según el modelo clásico*) pierde relevancia en favor de la propia materia cerebral. Para Willis, los espíritus animales se generarían en la sustancia gris de la corteza cerebral y cerebelosa y circularían a través de las fibras nerviosas de la sustancia blanca del tronco cerebral y la médula espinal. Se trata pues de un *modelo de producción-conducción* desde la sustancia gris a la blanca¹⁸.

Del mismo modo, la hipótesis cartesiana de *la glándula pineal como asiento del sensus communis* fue con rapidez adoptada por varios autores coetáneos del filósofo francés⁷¹, como Jean Cousin, que defendió su Tesis (*An kônarion sensus communis sedes?*) en la École de Médecine de París el 24 de enero de 1641, o el profesor de Teoría de la Medicina de la Universidad de Utrecht, Henricus Regius (1598-1679), que también defendió esta teoría en

junio de 1641 (*Die frühe Naturphilosophie*). No obstante, esta teoría sería una de las más criticadas por los científicos coetáneos de Descartes. A título de ejemplo, Christophe de Villiers (1585-1650) estimaba que la glándula pineal era un órgano demasiado diminuto para ejercer la trascendental misión que le adjudicaba Descartes, y postuló que la estructura cerebral que tenía más posibilidades para soportar esta función era el cerebelo²⁷. Incluso entre los seguidores de sus planteamientos mecanicistas se pueden encontrar serias discrepancias con los postulados cartesianos. Tal es el caso del danés Niels Steensen o Stenon (1638-1686), fisiólogo mecanicista en el más puro sentido de la palabra, quien refuta la teoría de un alma racional asentada en la glándula pineal, al afirmar, no sin razón, que esta glándula (a la que llama *glándula superior*) es un órgano inmóvil, adherido a las meninges y dorsal al sistema ventricular, y carente de los poros cartesianos, lo que impediría su papel en la convección de los *espíritus animales*⁷² (Scherz, 1968). Para Willis, por su parte, sería el cuerpo caloso el órgano que mediaría en el proceso de la imaginación, los núcleos basales, fundamentalmente el núcleo estriado, el asiento del *sensus communis* y el tálamo el paso común de todas las sensaciones en dirección al núcleo estriado¹⁸.

Los movimientos científicos del siglo XVIII tampoco escapan a la influencia del cartesianismo, y prueba de ello es el principio de la fuerza vital que inspira la corriente vitalista de la Ilustración²⁵, con Albrecht von Haller (1708-1777) a su cabeza (*Elementa physiologiae corporis humani*, 1757-1776). De esta forma, algunos autores siguieron defendiendo las ideas de Descartes, como Claude-Nicolas Le Cat (1700-1768), quien obtuvo en 1753 el premio de la Real Academia de Ciencias de Prusia con un ensayo sobre las cualidades de los espíritus animales⁷³. Para Le Cat, profesor de Anatomía en la Universidad de Rouen, el *material* que fluía en el interior de los nervios no era un *material* conocido (agua, sangre, vapor, electricidad, luz, fuego, etc.), sino un denominado *Fluido Universal*, procedente de la filtración de sangre en el cerebro, mediante un sistema similar al que tiene lugar a nivel renal, y disponible fundamentalmente en la corteza cerebral, lugar donde afirma que asienta el alma humana, y no en la glándula pineal, que ejerce únicamente una función de filtro. También Samuel-Auguste Tissot (1728-1797), en su célebre *Traité des Nerfs* (1784), realiza una detallada defensa de la teoría de los espíritus animales.

Del mismo modo, esta teoría de los espíritus animales como agentes efectores del funcionalismo nervioso también fue severamente refutada, en especial desde los experimentos fisiológicos sobre *irritabilidad* muscular de Francis Glisson (1597-1677)⁷⁴. A título de ejemplo, en un tratado médico titulado *An historical and critical treatise of the gout*, publicado en 1724, su autor, T. Thompson, escri-

bía: ... no se ha podido demostrar, a pesar de muchos experimentos, que los nervios sean huecos; o que contengan un fluido, los espíritus animales, separado de la sangre en el cerebro; estas opiniones carecen de justificación...⁷⁵. Por último, en el último tercio del siglo XVIII se desmontó definitivamente esta teoría, gracias a los grandes avances en el ámbito de la microscopía y la electrofisiología. Así, en 1780, Luigi Galvani (1737-1798) observó como los músculos de la rana se contraían al aplicarles corriente eléctrica, y en 1781 Felice Fontana (1730-1805) describió microscópicamente estructura de las fibras nerviosas, confirmando que los nervios no eran huecos.

Pero sería a mediados del siglo XIX cuando se desechen definitivamente las teorías neurofisiológicas de Cartesio. En relación al papel fisiológico de la epífisis, el *Dictionnaire des Sciences Médicales*, publicado en 1829 por Antoine Jacques Louis Jourdan (1788-1848), dice textualmente: ... con respecto a la función del órgano pineal, nada es asumible de la ficción de Descartes, concebida en un momento de abuso del racionalismo y de la imperfección de las ciencias naturales... Hoy, nosotros no necesitamos estas quimeras, aunque todavía no conozcamos las funciones del conarium...⁷⁶. Por otro lado, merced al auge de la biología celular y de las disciplinas citohistológicas, cambiaría definitivamente la forma de entender el funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso. Así, en la década de 1830, tienen lugar las primeras descripciones de las células y de las fibras nerviosas, por parte de figuras tan emblemáticas como Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876), Robert Remak (1815-1865), Otto Friedrich Karl Deiters (1834-1863) o Johann Evangelista Purkinje (1787-1869), proceso que culminaría a finales de la década de 1880 con el postulado de la teoría neuronal por parte de Santiago Ramón y Cajal (1852-1934)⁷⁷.

Precisamente, en el Prólogo al libro del catedrático de Medicina Legal de la Facultad de Medicina de Madrid, Tomás Maestre Pérez (1857-1936), *Introducción al estudio de la psicología positiva*, fechado el 22 de abril de 1904, Cajal aborda el tema de los mecanismos íntimos de los procesos psíquicos⁷⁸, e hipotetiza con la sede biológica íntima (el *substratum material*) del *factor dinámico... que tiene por misión estimular y sostener la combustión en el horno del pensamiento para la forja de... conceptos superiores*⁷⁹. La sede celular de este principio misterioso (*llámese alma, voluntad, actividad, energía, etc.*) radicaría, según conjeturas del histólogo, en alguno de los dos tipos de células de la corteza cerebral, a saber, *las pirámides o células de axón largo, y los corpúsculos de axón corto*⁷⁹. Por las pirámides cerebrales se *deslizaría el tren del pensamiento*, pero en los corpúsculos de axón corto (mucho más desarrolladas en el cerebro humano *versus* otros animales inferiores) podría también residir parte del mencionado factor dinámico, en

tanto que sus dendritas reciben información de las vías de asociación y sensoriales y las transmiten a las neuronas de axón largo. De esta forma, el papel neurofisiológico de los espíritus animales y el papel espiritual de la glándula pineal, desde la vertiente de la ciencia, declinaron definitivamente.

EPÍLOGO

Descartes es, sin duda, uno de los filósofos más leídos y estudiados de la historia, y puede considerarse como una de las piedras angulares de la revolución científica e intelectual del siglo XVII. Según Georges Sidney Brett (1879-1944), *dualismo, atomismo, 'psicologismo', introspeccionismo, intelectualismo, fisiología mecánica, tales son los principales legados que nos dejó Descartes*³³. Sin embargo, a pesar de sus enormes aportaciones, en la actualidad existe una corriente de opinión crítica con su legado, sobre todo en lo relativo a su vertiente biológica. Baste resaltar, en este sentido, las palabras de Antonio Damasio en su popular obra *Descartes' Error...: resulta paradójico pensar que Descartes, si bien contribuyó a modificar el curso de la medicina, ayudara a desviarla de la visión orgánica, de mente-en-el-cuerpo, que prevaleció desde Hipócrates hasta el Renacimiento. Aristóteles habría estado muy molesto con Descartes*⁵⁰.

Sin embargo, a pesar de que la base científica de dispuso Descartes para pergeñar sus teorías neurofisiológicas es, a todas luces, rudimentaria y carece totalmente del rigor que la técnica y la ciencia actual exigen para valorar positivamente una hipótesis, no deja de extrañar, a casi cuatro siglos vista, la intuitiva perspicacia del filósofo francés al relatarnos el mecanismo de su funcionamiento. En relación con este tema, comentaba Sir Michael Foster (1836-1907), uno de los grandes pioneros de la fisiología moderna: *si leemos entrelíneas lo que él (Descartes) escribió, si cambiamos los sutiles fluidos de los espíritus animales por los cambios moleculares que hoy conocemos como impulsos nerviosos, si reemplazamos su sistema de tubos con sus válvulas por el actual sistema de conexiones neuronales que permiten la transmisión del impulso nervioso, las ideas de Descartes no parecerían tan drásticamente diferentes de lo que conocemos hoy en día*⁵⁸.

REFERENCIAS

1. González de Pablo A. El tratamiento de la patología psíquica en la Antigüedad clásica y el Medievo. En López-Muñoz F, Alamo C, editores. *Historia de la psicofarmacología*, Tomo I: De los orígenes a la medicina científica: sobre los pilares biológicos del nacimiento de la psicofarmacología. Madrid: Editorial Médica Panamericana. 2007.
2. Lasso de la Vega JL. Los grandes filósofos griegos y la medicina. En Lain Entralgo P, director. *Historia universal de la medicina*,

- Tomo II: Antigüedad clásica. Barcelona: Salvat Editores. 1972.
3. Soury J. Le Systeme nerveux centrale. París: Carre et Naud, 1899.
 4. Sherrington C. The Endeavour of Jean Fernel. Cambridge: Cambridge University Press, 1946.
 5. Lain Entralgo P. Historia de la medicina moderna y contemporánea. Barcelona: Editorial Científico-médica, 1966.
 6. Jones WHS. Hippocrates Collected Works. Cambridge: Harvard University Press, 1868.
 7. Kitay JI, Altschule MD. The Pineal Gland. A Review of the Physiologic Literature. Cambridge: Harvard University Press, 1954.
 8. Ariëns-Kappers J. Short history of pineal discovery and research. En Ariëns-Kappers J, Pévet P, editores. The pineal gland of vertebrates including man. Progress in Brain Research. Amsterdam-New York: Elsevier. 1979.
 9. Rey R. History of pain. París: Editions La Découverte, 1993.
 10. Kudlien F. Medicina helenística y helenístico-romana. En Lain Entralgo P, director. *Historia universal da la medicina*, Tomo II: Antigüedad clásica. Barcelona: Salvat Editores, S.A. 1972:153-9.
 11. García Ballester L. Galeno. En Lain Entralgo P, director. *Historia universal da la medicina*, Tomo II: antigüedad clásica. Barcelona: Salvat Editores. 1972:209-67.
 12. Hall TS. History of General Physiology. 600 B.C. to A.D. 1900. Vol. 1: From Pre-socratic Times to the Enlightenment. Londres: The University of Chicago Press, 1975.
 13. Spillane JC. The Doctrine of the Nerves. Chapters in the history of neurology. Nueva York: Oxford University Press, 1981.
 14. García Ballester L. Alma y enfermedad en la obra de Galeno. Traducción y comentario del escrito *Quod animi mores corporis temperamenta sequantur*. Valencia: Cuadernos Hispánicos de Historia de la Medicina y de la Ciencia, Serie A (Monografías), n.º. XII, 1972.
 15. Starobinski J. Historia del tratamiento de la melancolía desde los orígenes hasta 1900. Barcelona: J.R. Geigy S.A. 1962.
 16. Ackerknecht EH. Breve historia de la psiquiatría. Buenos Aires: Editorial Universitaria, 1968.
 17. Postel J, Quérel J. Historia de la Psiquiatría. México: Fondo de Cultura Económica, 1987.
 18. Swanson LW. Quest for the basic plan of nervous system circuitry. *Brain Res Rev* 2007;55:356-72.
 19. Manzoni T. The cerebral ventricles, the animal spirit and the dawn of brain localization of function. *Arch Ital Biol* 1998;136:103-52.
 20. Major RH. Galen as a neurologist. *World Neurol* 1961;2:372.
 21. Sauri JJ. Historia de las ideas psiquiátricas. Buenos Aires: C. Lohlé, 1969.
 22. Simmonnet J. Folie et notations psychopathologiques dans l'oeuvre de saint Thomas d'Aquin. En Postel J, Quérel C, editores. Nouvelle histoire de la psychiatrie. París: Privat, 1983:55-73.
 23. Wilcox J. The Transmission and Influence of Qusta ibn Luqa's «On the Difference between Spirit and the Soul». PhD Thesis. Nueva York: City University of New York, 1985.
 24. Lain Entralgo P. Historia de la Medicina. Barcelona: Salvat Editores, S.A., 1978.
 25. Brazier MAB. A history of neurophysiology in the 17th and 18th centuries. From concept to experiment. Nueva York: Raven Press, 1984.
 26. Singer C. Vesalius on the human brain. Londres: Oxford University Press, 1952.
 27. Finger S. Minds behind the brain. A history of the pioneers and their discoveries. Oxford: Oxford University Press, 2000.
 28. Sánchez Granjel L. La medicina española renacentista. Salamanca: Ediciones de la Universidad de Salamanca, 1980.
 29. Martín-Araguz A, Bustamante-Martínez C. Examen de ingenios, de Juan Huarte de San Juan, y los albores de la Neurobiología de la inteligencia en el Renacimiento español. *Rev Neurol* 2004;38:1176-85.
 30. Velázquez A. Libro de la melancolía, en el cual se trata de la naturaleza de esta enfermedad, así llamada melancolía, y de sus causas y síntomas. Y si el rústico puede hablar latín, o filosofar, estando frenético o maniaco, sin primero haberlo aprendido (Barrenechea F, introd.). En Bartra R, editor. El Siglo de Oro de la melancolía. Textos españoles y novohispanos sobre las enfermedades del alma. México: Departamento de Historia de la Universidad Iberoamericana, 1998.
 31. Burton R. Anatomía de la melancolía (Starobinski J, editor). Madrid: Asociación Española de Neuropsiquiatría, 1998.
 32. Smith C. Descartes' visit to the town library, or how augustinian is Descartes' neurophysiology? *J Hist Neurosci* 1998;7:93-100.
 33. Brett G. Historia de la Psicología. Buenos Aires: Editorial Paidós, 1972.
 34. Sebba G. Bibliographia cartesiana. La Haya: Nijhof, 1964.
 35. Vrooman J. Rene Descartes: A Biography. New York: Putnam & Sons, 1970.
 36. Shampo MA, Kyle RA. Rene Descartes. *JAMA* 1975;232:1247.
 37. Bynum WF. Cartesio. En Ricci FM, editor. Dizionario Biográfico della Storia della Medicina e delle Scienze Naturali, Tomo 1. Milán: Liber Amicorum, 1985:174-5.
 38. Liátker Y. Descartes. Moscú: Editorial Progreso, 1990.
 39. Gual Mir A. Introducción. En Descartes R. Discurso del Método. Otros Tratados. Madrid: EDAF, Ediciones-Distribuciones, S.A., 1980.
 40. Adam C, Tannery P. Oeuvres de Descartes, 2nd ed., 11 Vols. París: Vrin, 1974-1986.
 41. Tihinen PE. The transition in the treatment of the body-soul relationship: a study of Juan Huarte, Robert Burton and René Descartes. PhD Thesis. Miami: U.M.I., 1978.
 42. Descartes R. Discurso del Método. Tratado de las Pasiones del Alma (Granada MA, introducción). Barcelona: Editorial Planeta S.A., 1989.
 43. Carter RB. Descartes' medical philosophy. The organic solution to the mind-body problem. Baltimore-Londres: Johns Hopkins University Press, 1983.
 44. Descartes R. Discurso del Método. Otros tratados. (Gual Mir, introducción). Madrid: EDAF, Ediciones-Distribuciones, S.A., 1980.
 45. Tibbetts P. An historical note on Descartes' psychophysical dualism. *J Hist Behav Sci* 1973;9:162-5.
 46. Albuquerque J, Deshauer D, Grof P. Descartes' passions of the soul – seed of psychiatry?. *J Affect Dis* 2003;76:285-91.
 47. Hall T. Treatise of man. Cambridge: Harvard University Press, 1972.
 48. Gouhier H. Cartesianisme et augustinisme au XVIIe Siècle. París, Vrin, 1978.
 49. Descartes R. El tratado del hombre (Quintas G, traducción y comentarios). Madrid: Alianza Editorial, S.A., 1990.
 50. Damasio A. Descartes' Error: Emotion Reason, and the Human Brain. New York: Putnam's Sons, 1994.
 51. Kennington R. Descartes and mastery of nature. En Spicker SF, editor. *Organism, medicine, and metaphysics*. Dordrecht: D. Reidel, 1978:201-23.
 52. Brunod R. Les Neurosciences au XVIIe siècle (ou l'erreur de Damasio). *Ann Méd Psychol* 2006;164:34-8.
 53. Saisset E. Descartes, sus precursores y sus discípulos. Madrid: La España Moderna, 1922.
 54. Pardos P, Vicén C, Alonso A. Comentarios. En Descartes R. *L'Homme et un Traité de la formation Du Foetus*. Zaragoza: Prensas Universitarias, 1987.
 55. Souques A. Descartes et l'anatomo-physiologie du système nerveux. *Rev Neurol* 1938;70:221-45.
 56. López-Muñoz F, Boya J. El papel de la glándula pineal en la doctrina psicofisiológica cartesiana. *Acta Physiol Pharmacol Ther Latinoam* 1992;42:205-16.
 57. López-Muñoz F, Alamo C. El tratado del hombre: interpretación cartesiana de la neurofisiología del dolor. *Asclepio Rev Hist Med*

- Cienc* 2000;52:239-67.
58. Foster M. Lectures on the History of Physiology during the Sixteenth, Seventeenth and Eighteenth Centuries. Cambridge: Cambridge University Press 1924.
 59. López-Piñero JM. La iatroquímica de la segunda mitad del siglo XVII. En Lain Entralgo P, director. Historia Universal de la Medicina, Tomo IV: Medicina Moderna. Barcelona: Salvat Editores. 1973:279-95.
 60. Finger S. Descartes and the pineal gland in animals: a frequent misinterpretation. *J Hist Neurosci* 1995;4:166-82.
 61. Cottingham J, Stoothoff R, Murdoch D, Kenny A. The Philosophical Writings of Descartes. The Correspondence. Vol. III. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
 62. Souques A. Glande pinéale et esprits animaux, d'après Descartes. *Rev Neurol* 1945;77:7-30.
 63. Gorham G. Min-body dualism and the Harvey-Descartes controversy. *J Hist Ideas* 1994;55:211-34.
 64. Lindeboom G. Descartes and medicine. Amsterdam: Rodopi, 1979.
 65. Shapin S. Descartes the doctor: rationalism and its therapies. *Br J Hist Sci* 2000;33:131-54.
 66. Gaukroger S. Descartes: An intellectual biography. New York: Oxford University Press, 1995.
 67. Baillet A. La vie de Monsier Des-Cartes. Paris: Chez D. Horthemels, 1691.
 68. Clarke E. O'Malley CD. The human brain and spinal cord. Berkeley-Los Angeles: University of California Press, 1968.
 69. Bargmann W. Die epiphysis cerebri. En von Möellendorff W, editor. Handbuch der Mikroskopischen Anatomie des Menschen, V1/4. Berlin: Springer, 1943:309-505.
 70. Willis T. *The anatomy of the brain and the nerves* (London, 1681). Edición facsimil de W. Feindel. Montreal: McGraw University Press, 1965.
 71. Lokhorst G, Kaitaro T. The originality of Descartes' theory about the pineal gland. *J Hist Neurosci* 2001;10:6-18.
 72. Scherz G. Steno and brain research in the Seventeenth Century. Oxford: Pergamon Press, 1968.
 73. Le Cat CN. *Traité du fluide des nerfs*. Berlin: N.P., 1765.
 74. Zrenner C. Early theories of pineal functions. *Pineal Res Rev* 1985;3:1-40.
 75. Thompson T. An historical and critical treatise of the gout. London: G. Hawkins, 1742.
 76. Jourdan AJL. Dictionnaire des sciences médicales. Paris: Panckouke, 1820;42:460-1.
 77. López-Muñoz F, Boya J, Alamo C. Neuron theory, the cornerstone of neuroscience, on the centenary of the Nobel Prize award to Santiago Ramón y Cajal. *Brain Res Bull* 2006;70:391-405.
 78. López-Muñoz F, Alamo C, Rubio G. The neurobiological interpretation of the mental functions in the work of Santiago Ramón y Cajal. *Hist Psychiatry* 2008;19:5-24.
 79. Cajal SR. Prólogo (1904). En Maestre T. Introducción al estudio de la psicología positiva. Madrid: Librería-Editorial Bailly-Baillière e Hijos, 1905.