

CAPÍTULO 2

EL CONTEXTO BIOLÓGICO Y NEUROLÓGICO

La psicología moderna hunde sus raíces muy profundamente en la historia de la filosofía. Como hemos visto, desde los primeros tiempos de su disciplina, los filósofos se han ocupado de las cuestiones psicológicas. Sin embargo, la psicología, tal como la entendemos hoy, no sería posible sin el desarrollo científico ocurrido a partir del siglo XVIII. En aquel momento empezaron a desgajarse algunas ramas del árbol de la filosofía, y tomaron vida propia en los terrenos del método científico. La psicología hubo de esperar hasta que la biología humana diese sus primeros pasos. Concretamente, como veremos a continuación, la aparición de la primera teoría general en biología (la teoría de la evolución de Darwin) tuvo como consecuencia directa el interés por la investigación científica de los problemas psicológicos. Dedicamos este segundo capítulo a analizar la influencia de la biología y el estudio fisiológico del sistema nervioso en la incipiente psicología científica.

El descubrimiento de la evolución de las especies

Charles Darwin es la figura más relevante de la historia de la biología, y para la psicología fue un personaje imprescindible. Su detallada exposición de los mecanismos de la evolución biológica alteró el punto de vista que suponía una distinción radical entre los animales y los seres humanos. De esta forma el hombre pasaba a formar parte de la Naturaleza y el estudio científico de nuestra especie se convertía en un propósito razonable. El siglo XVIII fue una época de ilusión científica, en la que muchas personas empezaron a pensar que la ciencia podía extenderse desde el campo de la física

y las matemáticas, donde Newton era el ejemplo a seguir, hacia la biología y las ciencias del hombre. Sin embargo, con respecto a los seres humanos había un cierto escollo ideológico establecido por la explicación religiosa tradicional. Si la defensa de la explicación copernicana sobre la situación y el movimiento de los planetas había acarreado tantos problemas a quienes la defendieron, qué no sucedería con aquellos que pusiesen en duda la posición del hombre en la Creación.

Por otra parte, la explicación de origen religioso fue hasta el siglo XVIII tan plausible como cualquier otra. Desde la época de Tomás de Aquino se había tomado la perfección de la naturaleza como el fundamento de la existencia (y la gloria) de Dios. No sólo la Creación era, en el contexto de la época, una explicación razonable al *problema de las especies* (el hecho de que exista tal diversidad de seres vivos), sino que además la explicación parecía tan necesaria que podía sustentar argumentos racionales en favor de la existencia de Dios. A principios del siglo XIX aparece el libro del reverendo William Paley: *Natural Theology*. Allí se desarrolla lo que se conoce como *argumento del diseño*. En una famosa analogía, Paley explicaba que si encontramos un reloj que funciona con gran precisión y exactitud, sería absurdo suponer que las piezas de este reloj han caído unas sobre otras casualmente y el reloj ha empezado a funcionar por azar (deliberadamente estoy parafraseando a Paley en un lenguaje más cercano a la explicación moderna). La mera existencia de tales relojes justifica que exista en algún lugar un relojero que los pusiera en marcha.

A pesar de la importancia de las explicaciones teológicas, las ideas evolucionistas no eran nuevas en el siglo XIX. Por citar dos antecedentes de Charles Darwin, diremos que su abuelo Erasmus Darwin (1731-1802) explicó (y además en verso) el desarrollo de los organismos a partir de un solo filamento viviente. Para él, las nuevas especies se habían desarrollado a partir de otras anteriores, de forma que cada vez eran más avanzadas, con lo que la especie humana suponía la cúspide de la evolución.

Por otro lado, Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) creyó también que las especies podían ser analizadas con respecto a su complejidad, de modo que en cualquier momento de la historia de la evolución podríamos saber en qué punto de la cadena evolutiva se encontraba cada organismo, sólo con examinar su complejidad. Lamarck es más conocido por su propuesta sobre la *heredabilidad de los caracteres adquiridos*. Es decir, por su idea de que aquellas

CUADRO 2.1. *La evolución de la teoría de Darwin*

Charles Darwin nació en una familia acomodada, y en su adolescencia no mostró especial interés por el estudio. En su autobiografía cuenta que su padre le recriminaba continuamente por no interesarse más que por la caza, por los perros, y por capturar ratas. Abandonó los estudios de medicina en Edimburgo y se trasladó a Cambridge a estudiar para clérigo. Como en todas las universidades, había grupos de estudiantes que se reunían a discutir asuntos intelectuales, y otros que bebían y jugaban a las cartas. Darwin perteneció más bien al segundo grupo. Después de estudiar en Cambridge se enroló en el *Beagle* para realizar una travesía por Sudamérica. Era habitual en la época que el capitán de un barco se acompañara de un joven caballero con quien poder charlar en una travesía larga, evitando así la tosca conversación de la marinería. Parece ser que ésa era más bien la misión de Darwin, aunque se tuviera en cuenta sus conocimientos de biología y geología para que informase sobre las especies y la orografía de las tierras que iban a recorrer. Darwin embarcó en el *Beagle* pensando en convertirse a su vuelta en ministro de la Iglesia anglicana, y dedicar sus ratos libres a la ciencia como aficionado. Darwin era profundamente religioso y en términos de geología creía en el punto de vista catastrofista, que consideraba que los accidentes geológicos se debían a una remota catástrofe de origen divino. Conocía sin embargo la teoría de Lyell sobre la actuación

progresiva y constante de los cambios geológicos. En Cabo Verde, Darwin encontró estratos con conchas y fósiles marinos varios metros por encima del nivel del mar, lo que le llevó a revisar sus creencias en favor de la teoría de Lyell, ya que estos estratos indicaban movimientos progresivos del terreno. Esta capacidad para revisar sus ideas previas fue una de las mejores cualidades de Darwin como científico.

En Sudamérica y sobre todo en las islas Galápagos, Darwin se sorprendió de la variedad de especies existentes y sobre todo de la similitud entre algunas de ellas. Era difícil de creer que una creación instantánea de las especies hubiese dado lugar a animales tan parecidos entre sí, y entre las especies se podía apreciar una gradación casi perfecta de las características. Por otra parte, daba la impresión de que la proximidad y la similitud del hábitat determinaba el nivel de semejanza entre las especies. Sin embargo, Darwin no terminó de desarrollar su teoría de la evolución hasta bastante tiempo después. Curiosamente, la importancia de los pinzones de las islas Galápagos (hoy conocidos como pinzones de Darwin) la llegó a apreciar sólo a través de los estudios de otros naturalistas sobre sus propios datos recogidos en el *Beagle*. Estos pinzones variaban de una isla a otra, entre otras cosas por la longitud y forma del pico, y ello parecía determinado por las características de los lugares donde encontraban el alimento en cada isla.

cualidades que un ser vivo haya desarrollado en mayor medida durante su vida se transmitirán más desarrolladas a su descendencia.

Charles Darwin (1809-1882) desarrolló su teoría de la *evolución por selección natural* a partir de varias ideas previas que estaban disponibles en su época. Por una parte, Thomas Malthus había expuesto sus puntos de vista sobre la lucha por la existencia en las sociedades humanas. Él explicó que el crecimiento de la población se produce en progresión geométrica, mientras que el de los alimentos crece en proporción aritmética. De esta forma, predecía Malthus, pronto no habrá suficientes alimentos para la población. Darwin pensó que en las épocas de escasez, los individuos de cualquier especie que estuviesen mejor adaptados a las circunstancias tendrían mayor probabilidad de sobrevivir. Si hubiese una forma de explicar cómo estos individuos podían transmitir sus características a sus descendientes, tendríamos una explicación para la evolución biológica.

La segunda clave para explicar la evolución la obtuvo Darwin de sus conocimientos sobre la cría de animales domésticos. Los criadores de animales habían obtenido variedades muy distintas de palomas, de animales de granja y de perros, a base de cruces programados entre ejemplares. Darwin, que conocía bien los métodos de los ganaderos y de los criadores aficionados, pensó que tal vez la evolución de las especies en la Naturaleza funcionaba de un modo semejante a la selección artificial que se desarrollaba en las granjas y en los huertos, o en los clubes colomófilos, hípicas o cinofílicas.

Cuando Darwin publicó su teoría de la evolución por selección natural produjo un notable impacto entre las personas interesadas por el desarrollo científico, tanto en Inglaterra como en el continente. Pero, como él mismo preveía, el impacto de su descubrimiento fue mayor, aunque de signo distinto, entre las autoridades de la Iglesia anglicana y otras personalidades eclesiásticas. Darwin, no sólo había diseñado una teoría capaz de explicar la evolución de las especies, sino que además había mostrado claramente su inclinación por la idea de que el ser humano debía ser tratado como una más entre estas especies. Esta idea está sólo sugerida en su obra más importante (*El origen de las especies*, 1859), pero se desarrolla totalmente en una obra posterior (*El origen del hombre*, 1871). Alfred Russell Wallace (1823-1903), quien descubrió la misma teoría de forma paralela, no se atrevió a tanto, y pensó que las facultades intelectuales y morales del ser humano debían tener otro origen. Llegó a esta conclusión al comprobar que los nativos de

CUADRO 2.2. *El problema de la edad de la Tierra*

Parece ser que Darwin tenía desarrollada su teoría de la selección natural antes de 1840. Debido a su delicada salud, entregó a su mujer una copia de sus escritos para que la diese a conocer si él fallecía. Sin embargo, tardó veinte años en publicar *El origen de las especies*. Quería acumular suficiente evidencia para que su teoría no pudiera ser fácilmente derribada por sus detractores. Decía que proponer una teoría sobre la evolución en aquellos años era como confesar un crimen (Colp, 1986). Lo que le decidió a la publicación fue un artículo de Alfred Russell Wallace (1823-1903) mostrando una teoría extraordinariamente parecida a la suya.

Darwin esperaba que su libro produjese mucha polémica entre las autoridades eclesiásticas. Lo que no predijo fue que el científico más importante de su época (para muchos, el más grande desde Newton), Lord Kelvin, protagonizase un ataque radical contra la teoría de la evolución por selección natural. Kelvin había calculado la edad de la Tierra a partir de unos minuciosos estudios sobre la disipación del calor. Esto le había llevado a enfrentarse a Lyell, puesto que la corta edad de la Tierra, según sus cálculos, no permitía el desarrollo paulatino de los accidentes geológicos. El mismo argumento le llevaba a rechazar la teoría de la evolución, ya que si la Tierra tenía solamente unos cuantos miles de años de antigüedad, no había tiempo para la evolución biológica. Decía Kelvin que sus cálculos le llevaban a «permanecer del lado de

los ángeles». Por lo visto, esto dejaba a Darwin del lado de los demonios. El argumento de Kelvin sobre la edad de la Tierra se basaba en complejos cálculos matemáticos que superaban la capacidad de Darwin en esta materia. El posterior descubrimiento de la radiactividad demostró que la edad de la Tierra era mayor de lo que pensaba Kelvin en muchos órdenes de magnitud. Pero, no obstante, el asunto preocupó a Darwin durante toda su vida.

Las discusiones con los clérigos se las dejó a Thomas Huxley, quien llegó a ser conocido como *El Bulldog de Darwin*. Huxley era un brillante orador y un hombre extravertido y dinámico. Todo esto lo diferenciaba largamente de Darwin. La discusión de Huxley con el obispo Wilberforce en 1860 llegó a ser uno de los episodios sociales más comentados en la época. Huxley utilizó su brillante oratoria para ridiculizar al obispo y producir la hilaridad del público. Esto molestó a Darwin, quien escribió a Huxley recriminándole («¿Cómo te atreviste a atacar de esa forma a un obispo vivo? Me avergüenzo de ti. ¿No tienes ningún respeto por las bocamangas de estopilla? Por Júpiter que esta vez la has hecho buena»; Bibby, 1959, citado en Boakes, 1984). Darwin era muy respetuoso con las creencias religiosas, a pesar de lo cual, después de su muerte, su mujer estaba preocupada por la idea de que no iba a encontrarlo en el cielo, por el grave daño infligido a la iglesia por su teoría.

pueblos primitivos eran capaces de aprender cuantos conocimientos utilizaba el hombre occidental, a pesar de que sus antepasados nunca tuvieran tales demandas. Por el contrario, Thomas Huxley (1825-1895) fue más allá sobre las ideas de Darwin y propuso que los seres humanos somos *autómatas conscientes*. Incluso consideró que el libre albedrío en las personas está profundamente limitado por la biología.

Otra contribución interesante de Darwin a la psicología es su estudio sobre la expresión de las emociones en el ser humano y los animales (1872), donde aplica la teoría evolucionista al desarrollo de la expresividad emocional, explicando, por ejemplo, el erizamiento del vello de las personas en situaciones de terror como una reminiscencia de su pasado animal. Decía que los niños y las personas con trastornos mentales expresaban sus emociones de forma más acorde con la determinación biológica, mientras que los adultos tendían a disfrazarlas por efectos culturales. Es interesante la distinción que plantea entre expresiones naturales y expresiones forzadas. Por ejemplo, en la sonrisa natural intervienen varios grupos de músculos, incluyendo algunos de los ojos, mientras que en una sonrisa forzada tendemos a no utilizar estos otros grupos musculares. Esto podría indicar que la sonrisa natural no es fruto de una intención consciente sino que es un gesto predeterminado biológicamente. Darwin utilizó métodos electrofisiológicos de los que eran usuales en su tiempo (los veremos más adelante en este capítulo) para inducir sonrisas artificiales.

Aunque la aportación directa de Darwin a la psicología es, como hemos visto, notable, fue Spencer (1855) el primero en desarrollar una aplicación sistemática del concepto de evolución a la psicología (Quintana y Tortosa, 1998). No obstante, tal aplicación fue (al menos en los primeros escritos de Spencer) más bien lamarckiana que darwinista. Volveremos a encontrarnos con Spencer como un antecedente directo del funcionalismo americano en el capítulo 4.

El estudio de los impulsos nerviosos

El optimismo científico imperante durante la ilustración llevó a suponer que todo lo que existe puede ser estudiado científicamente. De esta forma, los investigadores de la fisiología y la psicología encontraron un momento propicio para fundar su disciplina dentro del marco de las ciencias naturales. El estudio de los impulsos ner-

viosos fue uno de los primeros pasos en el desarrollo de este tipo de investigación. Tal vez, la razón para ello sea que la analogía entre la conducción nerviosa y la conducción eléctrica, que estaba empezando a estudiarse en el campo de la física, era una de las que más claramente podía establecerse.

A principios del siglo XVIII, la naturaleza del impulso nervioso (estudiada inicialmente por Descartes) ya había producido interés en algunos investigadores. Hubo cierta controversia sobre la posibilidad de que los desdichados usuarios del invento de Joseph Guillotin siguieran teniendo experiencias sensoriales después de que su cabeza hubiera sido separada del cuerpo. Esta posibilidad hacía dudar sobre el presupuesto ilustrado de que la guillotina era un método humanitario de ejecución. Se realizó incluso algún macabro experimento en que se trataba de estimular la cabeza del reo recién ajusticiado con intención de encontrar algún vestigio de sensibilidad.

Robert Whytt (1714-1766) desarrolló el primer trabajo riguroso sobre la fisiología de los reflejos involuntarios. Estudiando ranas decapitadas encontró que sus músculos seguían respondiendo a la estimulación externa. Sin embargo, cuando se dañaba la espina dorsal de las ranas, las contracciones musculares dejaban de aparecer. Esto llevó a Whytt a establecer una distinción entre *acciones voluntarias* y *acciones involuntarias*. Las acciones voluntarias dependerían del cerebro y las involuntarias de la médula espinal. También es interesante cómo Whytt explicó la formación de hábitos, consistente en convertir acciones voluntarias en involuntarias mediante la práctica. Por ejemplo, cuando un niño empieza a andar, sus pasos son actos voluntarios que se convierten en involuntarios con el uso (esta explicación constituye un interesante precedente de la distinción entre procesos automáticos y controlados en la psicología cognitiva actual, capítulo 11). También son curiosas las explicaciones de Whytt sobre cómo la visión de los alimentos produce salivación de forma involuntaria en las personas hambrientas (un claro precedente del condicionamiento pauloviano, capítulo 8).

Otro de los avances iniciales sobre la transmisión de los impulsos nerviosos fue lo que se conoce como la *ley de Bell-Magendie*. Esta ley, que fue descubierta paralelamente por Charles Bell y François Magendie (publicada por este último en 1822), dice que las raíces posteriores de la médula espinal controlan la sensación, mientras que las raíces anteriores controlan las respuestas motoras. La im-

portancia de este hallazgo estriba en haber establecido una clara distinción entre dos tipos de reflejos. Hasta entonces se sabía que los nervios tenían relación con las capacidades sensoriomotoras, pero no estaba muy claro cómo diferenciar el aspecto sensitivo del motriz. Es decir, la ley de Bell-Magendie estableció que la función sensitiva se diferenciaba estructuralmente de la función motora en el sistema nervioso.

Luigi Galvani (1737-1798) realizó algunos experimentos con ranas, en las que había observado que sus patas se contraían al ser tocadas con un escalpelo cargado de electricidad. Consiguió medir la *electricidad animal* mediante el desarrollo de aparatos sensibles a cantidades muy pequeñas de electricidad (galvanómetros). Esta aportación fue imprescindible para el posterior desarrollo del estudio del sistema nervioso por parte de autores como Helmholtz. Hermann von Helmholtz (1821-1894) fue un decidido defensor del *materialismo*, es decir, de la idea de que la mente humana puede estudiarse a partir de las propiedades físicas del cuerpo, frente al vitalismo que defiende la existencia de algún tipo de fuerza vital de origen desconocido. Helmholtz hizo importantes contribuciones en distintas ramas de la ciencia y fue uno de los primeros estudiosos del impulso nervioso. Ya conocía las propiedades eléctricas del impulso nervioso y decidió que tal vez, si este impulso fuera exclusivamente físico, debería ser posible medirlo. La medición del impulso nervioso supondría un importante apoyo para el materialismo. Helmholtz aislaba un nervio del anca de una rana y determinaba el músculo al que estaba conectado. Después estimulaba el nervio a distintas distancias del músculo, con lo que podía calcular cuál era el tiempo que tardaba el impulso en recorrer dichas distancias. La velocidad del impulso nervioso la estableció alrededor de 30 metros por segundo (según especies) para los nervios motores. Posteriormente pudo constatar que la velocidad de las transmisiones sensoriales era dos o tres veces mayor que la motora. En cualquier caso, estaba claro que el impulso nervioso no era instantáneo y se situaba drásticamente por debajo de la velocidad de la luz, que había sido propuesta por los vitalistas.

Helmholtz también hizo aportaciones de gran relevancia en el campo de la percepción. Inventó el oftalmoscopio, que permite examinar directamente la retina, y sobre todo desarrolló la *teoría tricromática* de la percepción del color. Esta teoría sostiene que existen receptores específicos para tres colores: el rojo, el verde y el azul, y a partir de ellos somos capaces de distinguir toda la gama

de colores. La investigación neurofisiológica actual ha demostrado que esta teoría se aproximaba bastante a la realidad. También desarrolló una teoría sobre *visión binocular* que permitía explicar con gran exactitud cómo hacemos las personas para calcular las distancias de los objetos. A diferencia de Berkeley, quien ya había aventurado una hipótesis sobre este mismo asunto (capítulo 1), Helmholtz apreció la importancia de la combinación de la información procedente de ambos ojos para el cálculo de la distancia. En cuanto a la percepción auditiva, Helmholtz presentó su *teoría de la resonancia* que explicaba cómo distintos receptores de la membrana basilar de la cóclea estaban especializados en la detección de diferentes frecuencias sonoras.

Localización de las funciones cerebrales

Desde que se empezó a observar el cerebro con afán científico pudo constatar la presencia de distintas estructuras físicas. Por ejemplo, está claro que hay dos hemisferios, que el cerebelo está separado del cerebro, etc. No es de extrañar que ciertos investigadores empezasen pronto a plantearse la posibilidad de que estas estructuras cerebrales tuviesen funciones diferenciadas. El primer estudio sistemático de las funciones de las distintas áreas cerebrales, y sin duda el más pintoresco, fue el realizado por Franz Joseph Gall (1758-1828). Gall fue un importante cirujano que desarrolló una especial habilidad y unos métodos novedosos para la disección del cerebro. También hizo interesantes aportaciones a la fisiología y a la psicología, pero lamentablemente se le recuerda más bien como el fundador de un curioso movimiento pseudocientífico conocido como *frenología*. Gall desarrolló la idea de la *función contralateral*: cada lado del cerebro controla el lado contrario del cuerpo. También identificó las conexiones entre los dos hemisferios cerebrales y demostró que las circunvoluciones cerebrales son peculiares de cada especie, pero iguales en todos sus ejemplares, lo que le hizo ver que probablemente respondían a distintas funciones. Además, Gall pensó que podía identificar las capacidades y hasta el carácter de las personas palpándoles el cráneo. Este último dislate echó por tierra una carrera dedicada a la ciencia.

La propuesta de Gall es el primer intento de localizar la situación exacta de todas las funciones cerebrales. Los presupuestos en que se basa la frenología, tal como los formuló Spurzheim (1832),

contienen desde la lectura actual, dos proposiciones evidentes, una ambigua, y dos falsas. En este orden:

1. El cerebro es el órgano de la mente.
2. La mente se compone de un gran número de facultades. Algunas de las cuales son intelectuales y otras emocionales.
3. Cada facultad está asociada con una localización cerebral específica.
4. Algunas personas tienen más desarrolladas ciertas facultades, y esto se refleja en una mayor proporción de tejido cerebral en la zona correspondiente, en comparación con las personas que tienen menos desarrollada tal facultad.
5. Como el cráneo refleja aproximadamente la forma del cerebro, la fuerza de cada facultad puede inferirse a partir de la forma del cráneo.

El último de estos presupuestos fue el que llevó a los seguidores de Gall a recorrer el mundo palpando el cráneo de las personas, para informarles seguidamente sobre el volumen de su esperanza, su amor paternal, su autoestima, su prudencia, etc. La frenología tuvo bastante éxito (sobre todo económico) en los Estados Unidos, donde fue introducida por Johann Spurzheim, y llegó a tener su propia revista hasta 1911.

La investigación frenológica se basó fundamentalmente en la anécdota y en la observación casual y asistemática de los cráneos de distintas personas. Si un eminente intelectual tenía una prominencia en cierta zona del cráneo se tendía a suponer que esta zona estaba relacionada con la inteligencia. Como suele suceder en las investigaciones descontroladas, los casos positivos recibían mayor atención que los negativos. Así, cuando alguien informó de que el cráneo de Descartes era de un tamaño bastante reducido, la respuesta frenológica fue que tal vez Descartes no fuese tan inteligente, después de todo. A partir de una foto de la cabeza de Darwin, la *Sociedad Frenológica Alemana* informó de que el *área de reverencia* estaba lo suficientemente desarrollada en Darwin como para formar a diez sacerdotes. Parece ser que la teoría de la evolución se cruzó en el camino de una evidente vocación.

Entre los contemporáneos de Gall, el que más duramente criticó la postura frenológica fue Pierre Flourens (1794-1867), quien inicialmente quedó impresionado por los métodos de Gall para la

disección del cerebro, pero terminó criticando, no sólo la metodología frenológica, sino el propio concepto de localización cerebral. Lo más interesante de Flourens es la aplicación del método experimental para la investigación del cerebro. Fue una figura clave en el desarrollo del método de *ablación* consistente en extirpar ciertas partes del cerebro y observar los resultados. Si al eliminar una zona concreta, el sujeto muestra dificultades en el movimiento, podremos suponer que aquella zona cerebral estaba relacionada con las facultades motrices. Si al extirpar otra zona, el sujeto pierde la visión, podremos suponer que la zona cerebral extirpada estaba relacionada con el proceso de percepción visual.

El método tiene dos importantes restricciones. En primer lugar, es evidente que no se puede realizar con seres humanos, y que incluso la cualidad ética de realizarlo con animales puede ser cuestionable. En segundo lugar, no podemos estar seguros de que al extirpar una zona no se hayan dañado las conexiones de áreas colindantes.

Los hallazgos que pueden atribuirse a Flourens son más bien referidos a zonas extensas del cerebro. Encontró, por ejemplo, que las palomas a las que se había extirpado el cerebelo eran incapaces de volar por más que lo intentasen, mientras que aquellas sin corteza cerebral parecían tener las capacidades motoras intactas, pero permanecían en un estado totalmente vegetativo y por supuesto no mostraban ninguna intención de volar, aunque hubiesen sido capaces de hacerlo. La demostración de que el cerebelo estaba relacionado con la coordinación motora suponía un importante descrédito para la frenología, pues según ésta, el cerebelo era responsable de la sexualidad («zona amatoria»).

Una alternativa para el estudio de las funciones cerebrales es lo que se conoce como *método clínico*, que consiste en analizar después de la muerte el cerebro de pacientes que presentaban deficiencias claramente identificadas. El más relevante de los primeros trabajos en esta línea fue el llevado a cabo por Paul Broca (1824-1880). Broca analizó el cerebro de un paciente que presentaba graves problemas en el habla. Este paciente, apenas podía pronunciar palabra alguna, pero sin embargo comprendía perfectamente el lenguaje y a menudo era capaz de hacerse entender por gestos. Cuando Broca analizó su cerebro encontró una lesión en el lóbulo frontal izquierdo (cerca de la sien). Este descubrimiento pudo confirmarse unas pocas semanas después con otro paciente, y se ha replicado desde entonces en numerosas ocasiones. Esta zona del cerebro se conoce

actualmente como área de Broca y está relacionada con la producción del habla. La investigación de Broca renovó el interés por la localización cerebral, una línea de investigación que se había resentido por el descrédito de la frenología.

Por su parte, Carl Wernicke (1848-1905) estudió un grupo de pacientes que no tenían ninguna dificultad para articular el lenguaje, pero su habla resultaba ser imposible de comprender para otras personas, y ellos mismos tenían grandes dificultades para comprender el lenguaje. El déficit se conoce como *afasia sensorial*, para distinguirla de la *afasia motora* relacionada con el área de Broca. Wernicke encontró en estos pacientes una lesión en el lóbulo temporal izquierdo por detrás del área de Broca. Este tipo de hallazgos en los que existen pacientes con un déficit en una determinada función pero no en otra, y pacientes con el problema contrario, se conoce actualmente como *doble disociación* y sugiere claramente la distinta localización de las funciones. Por ejemplo, los pacientes con lesiones en el área de Wernicke no tienen problemas para articular el habla, pero sí para darle sentido. Los pacientes de Broca muestran el problema contrario. Cuando se encuentra un fenómeno como éste, sugiere de antemano una distinta localización de las áreas lesionadas, lo que puede confirmarse en un análisis *post mortem*. Otro método desarrollado a finales del siglo XIX fue el de estimulación eléctrica de la corteza cerebral. Esto fue posible gracias a las investigaciones de Fritsch y Hitzig, quienes encontraron que una ligera estimulación eléctrica de la corteza cerebral producía movimientos de distintos músculos. Actualmente, el desarrollo tecnológico ha puesto a disposición de los investigadores una gran cantidad de técnicas nuevas para el estudio de la localización y el funcionamiento del cerebro.

Fundadores de la neurología moderna

Desde mediados del siglo XIX, el estudio del cerebro experimentó un notable desarrollo. Por ejemplo, en 1857, Gratiolet pudo determinar la conexión del nervio óptico con la parte posterior del cerebro. Sin embargo, el mayor desarrollo se produjo a partir del conocimiento de la estructura del tejido cerebral que fue posible gracias a lo que se conoce como *teoría de la neurona*. Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) utilizó un método de tinción de los tejidos desarrollado a partir del descubierto por el italiano Camillo



FIG. 2.1. *Ramón y Cajal en su laboratorio.*

Golgi (1844-1926). Contra lo que suponía Golgi, Ramón y Cajal demostró que el tejido cerebral estaba formado por células independientes en lugar de constituir una red unitaria. Demostró también que estas neuronas no están conectadas físicamente unas con otras, y que el flujo de la información es unidireccional en todo el sistema nervioso. El descubrimiento del microscopio electrónico sirvió para asegurar totalmente que la teoría correcta era la de Ramón y Cajal. Otro de sus hallazgos, particularmente importante para la psicología, fue que el tejido nervioso de los vertebrados más complejos se caracterizaba por un mayor número de conexiones neuronales. Esto le llevó a pensar que la conectividad era más importante para explicar la inteligencia que el número absoluto de neuronas, y encontró indicios de que el aprendizaje afecta a las conexiones neuronales (otras aportaciones de Ramón y Cajal a la psicología pueden encontrarse en Carpintero, 1994, capítulo 7, y en Ibarz, 1996).

Charles Sherrington (1857-1952) desarrolló una teoría sobre cómo era posible que las neuronas desconectadas que había descubierto Ramón y Cajal se intercambiasen información. Sherrington propuso que entre las neuronas había un mínimo espacio que denominó sinapsis en el que se producía dicho intercambio. Sherrington también investigó los actos reflejos confirmando con una mejor metodología e instrumentación los descubrimientos de Whytt. Descubrió además que la corteza cerebral inhibía los reflejos producidos por la médula espinal, de forma que dichos reflejos eran más patentes en animales en los que la médula se había desconectado del cerebro.

CUADRO 2.3. *El microscopio de don Santiago*

En una cita muy transitada, Santiago Ramón y Cajal decía: «La historia de mis méritos es muy sencilla; es la vulgarísima historia de una voluntad indomable resuelta a triunfar a toda costa.» Desde luego, ha pasado a la historia como un científico particularmente voluntarioso. De familia relativamente humilde, consiguió estudiar medicina y sirvió durante algún tiempo como médico militar. Se interesó por la anatomía y quedó impresionado al conocer los nuevos microscopios e imaginar las posibilidades que estos aparatos podían ofrecer a la investigación anatómica. Dedicó desde entonces la mayor parte de sus esfuerzos, que fueron muchos, al estudio de la estructura de los tejidos (histología). El profesor Simarro le mostró un día unos preparados de tejido cerebral que habían sido confeccionados con el método de Golgi. Camillo Golgi había hecho importantes descubrimientos sobre la estructura del tejido nervioso y era el más relevante defensor de la teoría reticular. Ramón y Cajal observó que con el método de Golgi no se podía avanzar mucho más en el conocimiento de la estructura del sistema nervioso. Los métodos de tinción y preparación del tejido eran fundamentales, pues en caso contrario, todo lo que aparecía en el microscopio era una masa gelatinosa y monocromática. Ramón y Cajal perfeccionó los métodos de Golgi y consiguió observar cada neurona como una unidad independiente. Su descubrimiento lo divulgó en una publicación que hubo de costearse personalmente. Mandó este artículo a todos los principales histólogos del momento. Sin embargo, Ramón y

Cajal no supo prever que estas personas no serían capaces de entender su artículo en español. A raíz de esto, Ramón y Cajal tuvo que gastar de nuevo todos sus ahorros para asistir en octubre de 1889 al congreso anual de la Sociedad Anatómica Alemana en Berlín. Allí se esforzó por convencer a los expertos para que mirasen por el visor de su microscopio. En el momento en que Albrecht Kölliker, uno de los más prestigiosos histólogos alemanes, examinó los preparados del español, quedó tan impresionado por el descubrimiento que convirtió a Ramón y Cajal, contra todo pronóstico, en la estrella del congreso.

En España no había en aquella época apenas investigadores dedicados a la histología, así que cuando en 1906 Ramón y Cajal y Golgi compartieron el premio Nobel de medicina y fisiología por sus descubrimientos sobre la estructura del sistema nervioso, pocas personas lo esperaban en España. La ceremonia de entrega de los premios debió resultar bastante pintoresca, pues Golgi, en su discurso trató de defender su ya refutada teoría reticular mediante críticas personales a Ramón y Cajal.

Tal vez en circunstancias normales el conocimiento de la teoría de la neurona hubiese tenido que esperar hasta la aparición del microscopio electrónico. Con este aparato hubiera podido observarse con nitidez de forma mucho más fácil. Pero don Santiago era capaz de hacer jornadas de hasta veinte horas seguidas asomado a su microscopio. Parece ser que con un microscopio convencional y una voluntad extraordinaria también podía observarse la neurona.

Conclusiones

A la luz de lo que habíamos visto en el capítulo anterior sobre el problema mente-cuerpo, podríamos pensar que la investigación del sistema nervioso central supondría una negación de la psicología: un monismo reduccionista, en el que el objeto de estudio es el cerebro y no la mente. Sin embargo, lo que hicieron las investigaciones analizadas en este capítulo fue traer los fenómenos mentales al mundo de la realidad y posibilitar su investigación científica.

La psicología actual no sería posible sin una concepción hasta cierto punto materialista de la mente humana. El mero propósito de estudiar científicamente una entidad inaprensible sería una contradicción. En el próximo capítulo veremos que las primeras investigaciones experimentales de la psicología estaban muy unidas al trabajo neurofisiológico analizado en este capítulo. Por su parte, la influencia de la biología evolucionista se dejará ver en casi todos los capítulos del libro.