

Contenido

■ LA PSICOBIOLOGÍA

La Explicación de la Conducta

■ DISCIPLINAS DE LA PSICOBIOLOGÍA

■ ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN EN PSICOBIOLOGÍA



La mente humana se aloja en nuestro cerebro y de él depende nuestra percepción del mundo, nuestros sueños, ilusiones, anhelos y temores. Se alimenta de nuestros sentidos y de nuestra curiosidad, pero también de la imaginación y la fantasía que le permiten crear y recrear su mundo circundante. Los humanos somos semejantes y a la vez únicos. Cada persona percibe el mundo de una manera particular según su naturaleza y experiencia. De esta combinación surge la genialidad y la locura, como la que llevó a Don Quijote, a *desfacer tuertos* por esos mundos de dios y de su imaginación. Con él, Cervantes nos da una lección sobre la naturaleza humana y nos muestra que precisamente nuestra esencia, nuestra condición, radica en la imposibilidad de fijar en un punto concreto el fiel de la balanza que enfrenta razón y emoción, realidad y fantasía. La Psicobiología trata de arrojar más luz sobre esa naturaleza humana. Para ello, en el contexto científico creado desde la Psicología y la Biología, estudia el comportamiento humano, el sustrato neural que lo hace posible y el devenir evolutivo que ha dado a nuestro cerebro sus características únicas.

Ilustración de Gustavo Doré (1833-1888) realizada para la edición de 1888 de *El ingenioso hidalgo Don Quijote de la Mancha*, escrita por Miguel de Cervantes (1547-1616) y publicada por primera vez en 1605. La segunda parte de la obra se publicó en 1615.

1



La Psicobiología

Como cualquier otra especie, nos distinguimos del resto de seres vivos por un conjunto de cualidades y rasgos propios. Entre ellos, nos gusta destacar como singulares, nuestra capacidad de pensar, percibir e interactuar con el entorno que nos rodea. Desde hace siglos, la Filosofía engloba a estas capacidades bajo el término *naturaleza humana*. Para la Psicobiología, al igual que para la Psicología científica, la naturaleza humana es consecuencia de la filogenia y de la actividad de nuestro sistema nervioso (SN).

La conducta humana y sus causas, no son ni han sido objeto de interés exclusivo de la Filosofía o la Psicología. Lo son también de otros ámbitos de la cultura como el artístico. Ahí están las grandes obras de la literatura, la pintura, la escultura, la arquitectura, la danza, el cine o la música. Obras todas ellas imprescindibles si queremos disfrutar y profundizar en el conocimiento de las múltiples facetas responsables de nuestro comportamiento, de nuestras motivaciones, emociones y sentimientos, porque no cabe duda de que los artistas, al conmovernos a través de sus obras, nos muestran el conocimiento certero y genial que tienen de los aspectos más íntimos de nuestra naturaleza. Con ello, queremos poner de manifiesto que el objeto de estudio de la Psicología, el comportamiento humano y los procesos mentales que lo hacen posible, es y ha sido también abordado, de una u otra manera, desde muchos ámbitos tales como el artístico, el filosófico, el político o el religioso que enriquecen, sin lugar a duda, el conocimiento que tenemos de nosotros mismos y nos ayudan a explorar nuevos caminos de reflexión y estudio; pero, al mismo tiempo, ese cúmulo de aportaciones poliédricas de la naturaleza humana, por proceder de contextos heterogéneos y, en muchos casos,

antagónicos, dificultan el que podamos alcanzar un conocimiento coherente y holista de nuestro comportamiento. De ahí la necesidad de establecer un marco único capaz de organizar, contextualizar y abordar de forma sistemática el estudio de la conducta.

Un ejemplo sencillo de la importancia del contexto en el que se encuadre una explicación dada a cualquier realidad que queramos comprender nos lo proporciona una ciencia mucho más antigua que la Psicología, la Astronomía. Las descripciones del cosmos hechas antes del Renacimiento se encuadraban en el marco creado por la religión, la magia o las interpretaciones erróneas de la observación de la naturaleza. En este contexto, se asumía que nuestro planeta era el centro del universo y sobre él giraban todos los demás astros, por más que, con ello, numerosos hechos empíricos quedasen sin una explicación plausible al no ser coherentes con el marco de referencia oficial establecido. Sin embargo, desde el siglo XVII, el uso del método científico, como estándar en la búsqueda de respuestas a los interrogantes que la realidad plantea, abre paso a los descubrimientos de Copérnico, Kepler, Galileo y Newton, que descartan para siempre el modelo geocéntrico. La Tierra pasa a ser un planeta más que gira en torno a una estrella, el Sol. Paulatinamente, estos y otros descubrimientos han ido enriqueciendo este nuevo contexto en el que se desarrolla la actual ciencia del universo que, entre otras cosas, nos ha descubierto que el Sol está situado en los márgenes de nuestra galaxia, la Vía Láctea, una más de los millones que pueblan el universo del que la Astronomía también nos ha mostrado sus primeros resplandores.

Con respecto al comportamiento humano ha ocurrido lo mismo. Hasta fechas históricas recientes (e

incluso en la actualidad en determinados ámbitos culturales), todo lo que rodeaba a la existencia humana fue interpretado como especial, singular, excepcional y hasta sobrenatural; desde el lugar que ocupamos en el universo, a nuestro propio origen, pasando por la propia naturaleza humana. Esta visión antropocéntrica también ha sido refutada poco a poco por la ciencia y no por pretender con ello quitar relevancia a nuestra singularidad que, sin lugar a dudas, existe (como ocurre también con cualquier otra especie) sino, simplemente, para dimensionar esa singularidad a la luz de los descubrimientos realizados desde las Ciencias Biológicas en general y la Psicología científica en particular, que la sitúan en el contexto que le corresponde, que no es otro que el que marcan las leyes naturales que nos gobiernan.

Por ello, nuestro marco de referencia para estudiar y comprender el comportamiento humano, no va a ser otro que el construido a partir de todos aquellos conocimientos alcanzados mediante el uso del método científico. Dentro de este marco, la conducta y los procesos mentales que la sustentan son considerados como hechos positivos, objetivos, verificables y susceptibles de ser cuantificados.

Por lo dicho al comienzo, no suscribiremos al cien por cien la afirmación que G.G. Simpson hace en su obra, *Biology and Man* (1969): *todos los intentos de discernir la naturaleza humana anteriores a 1859 carecen de valor y sería mejor ignorarlos totalmente*, pero no cabe duda de que para conocer la naturaleza humana debe encuadrarse necesariamente al hombre en el contexto creado por la Teoría de la Evolución y, bajo ese prisma, contemplar todas las aportaciones que desde otros campos se hayan realizado acerca de ella.

Puede, quizá, que bajo este aspecto, los objetivos y logros de la Psicología parezcan demasiado prosaicos comparados con los de las artes, pero si reflexionamos sobre el extraordinario avance que ha experimentado el conocimiento de nuestro comportamiento y los procesos mentales, y la cantidad de enfermedades y trastornos que se curan, tratan o palían gracias a la potencia del método científico y al trabajo discreto y constante de investigadores y terapeutas de la conducta, seguro que descubriremos una perspectiva, cuando menos, tan genial, sorprendente y emotiva como la artística.

■ LA PSICOBIOLOGÍA

La Psicobiología es una disciplina de la Psicología. Su objetivo, por tanto, es el estudio del comportamiento humano y los procesos mentales que a él subyacen. Desde su origen, lo que diferenció a la

Psicobiología del resto de disciplinas psicológicas y biológicas, fue el hecho de que dio máxima relevancia al sustrato biológico que hace posible el comportamiento y los procesos mentales, esto es, que encierra las claves de la naturaleza humana. Ese sustrato no es otro que el sistema nervioso. El sistema esculpido por la selección natural a lo largo de nuestra filogenia y que nos hace singulares. En la actualidad, ese atributo distintivo de la Psicobiología se desdibuja, pues la Psicología científica actual se encuadra en el mismo paradigma que, desde hace más de un siglo, preconiza la Psicobiología. Por ello, para poner de relieve su singularidad es conveniente contemplarla desde una perspectiva histórica.

No profundizaremos en más pormenores históricos que los estrictamente necesarios para lograr un punto de vista lo más claro posible del devenir de la Psicobiología. Por ello, tampoco entraremos aquí en el tema del dualismo mente-cuerpo¹, pero lo cierto es que la Filosofía mantuvo estancado bajo una férrea tutela el estudio de la naturaleza humana hasta finales del siglo XIX, momento extraordinario en el que, por un lado, se da a conocer al mundo la *Teoría de la Evolución* y, por otro, con la *Teoría Neuronal*, el estudio científico del sistema nervioso comienza a dar sus primeros frutos en la comprensión del comportamiento.

Tras *El origen de las especies* (1859), Darwin publica, en 1871, *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*, obra en la que pone de manifiesto que las diferencias en relación a las capacidades mentales del hombre y otros animales son sólo de grado y no de clase, es decir que, si bien el hombre tiene determinadas facetas sobresalientes en comparación con otros seres vivos, éstas se apuntan, ya existen en otros animales en mayor o menor medida según la proximidad filogenética a nosotros. Un año después, en 1872, en su libro *La expresión de las emociones en el hombre y los animales*, señala que el comportamiento es una característica biológica más que, al igual que cualquier otro rasgo biológico, está sujeto a la acción de la selección natural. Con estas tres obras, amén de las aportaciones que ellas mismas encierran, Darwin también da razón de ser al uso de modelos animales; una herramienta fundamental para el estudio del comportamiento y los procesos mentales (Fig. 1.1).

Poco más tarde, en 1888, la *Teoría Neuronal*, planteada por nuestro más eminente científico, Santiago Ramón y Cajal (Fig. 1.2), pone de manifiesto que el sistema nervioso está constituido por células², las neu-

¹ Para quien esté interesado en ampliar este tema, le remitimos al magnífico libro de Antonio Damasio, *El error de Descartes*.

² Las nobles células del pensamiento, como llamó Cajal a las células piramidales de la corteza cerebral.

ronas, conectadas entre sí por contigüidad y no por continuidad. Su *Teoría de la polarización dinámica de la neurona* aporta también la primera explicación al funcionamiento y organización del sistema nervioso al proponer que las arborizaciones periféricas de la neurona serían las estructuras receptoras de las señales transmitidas por otras neuronas que, tras pasar por el cuerpo celular se enviarían por el cilindroeje hasta otras células nerviosas y órganos efectores. La información fluye, por tanto, desde los nervios periféricos a los centros nerviosos donde se procesa y parten las instrucciones para generar las respuestas, el comportamiento. El cerebro, de esta forma, deja de ser una maraña de fibras nerviosas sin orden alguno y se convierte en un órgano estructurado con vías que discurren de unas regiones a otras transportando información. Con ello, la Neurociencia comienza su fecunda andadura como nuevo pilar que sustenta el estudio científico del comportamiento humano y los procesos mentales que a él subyacen.

En este contexto, William James, en 1890, publica *The Principles of Psychology*, obra en la que, aunando las aportaciones de Darwin acerca de la función adaptativa del comportamiento y los avances en el estudio



Figura 1.1

Los mecanismos nerviosos involucrados en una determinada tarea de aprendizaje pueden compartir rasgos comunes a lo largo de la filogenia. Sin embargo, debemos ser cautelosos con los descubrimientos realizados en otras especies y su generalización. Un ejemplo de la necesidad de esta cautela nos lo proporcionaba ya, en 1970, Martin E.P. Seligman, al indicar (en contra de lo sostenido por el conductismo radical que postulaba que las leyes que rigen el aprendizaje en una especie podrían generalizarse a todas las demás) que la asociación de estímulos condicionados e incondicionados depende de la historia evolutiva del aparato sensorial, motriz y asociativo de la especie en cuestión y que, por tanto, las leyes del aprendizaje varían de una situación a otra, de acuerdo con la preparación del organismo.

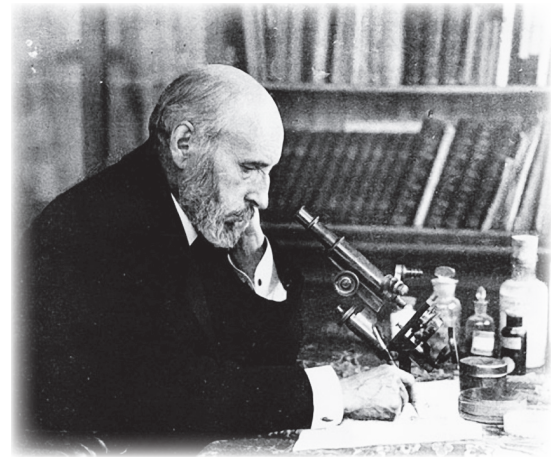


Figura 1.2

Santiago Ramón y Cajal está considerado internacionalmente como el fundador de la Neurociencia. Su aportación es vasta, aunque la más sobresaliente es la Teoría neuronal por la que le fue concedido el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1906.

del sistema nervioso, trata de poner los cimientos de una Psicología científica³ que aborde su objeto de estudio a la luz del nuevo contexto que las ciencias naturales estaban creando. No obstante, aún se tardarían varias décadas en lograr el objetivo que W. James se propuso (Fig. 1.3).

Un poco más tarde, en 1897, el fisiólogo ruso Iván Pavlov, formula la *Ley del reflejo condicional*, base de lo que hoy conocemos como *condicionamiento clásico*. En 1903, Edward Thorndike, discípulo de W. James, descubre la *Ley del efecto* que propició la formulación, más tarde, del *condicionamiento operante* de Skinner. Con estos mimbres, en 1913, John B. Watson, funda el Conductismo y, con él, la Psicología científica. Bajo el paradigma conductista, el estudio científico del comportamiento se centra en dos variables principales: el estímulo y la respuesta (E-R). La respuesta es la conducta que, de esta forma, pasa a ser un hecho positivo, objetivo, perceptible por los sentidos, verificable y susceptible de ser cuantificado, quedando excluidas aquellas manifestaciones cuyo conocimiento sólo es alcanzable por medio de la introspección y no pueden, por tanto, ser verificadas por otro observador.

No obstante, la Psicología científica comienza su andadura más como un conjunto de corrien-

³ El primer intento de hacer de la Psicología una ciencia más, lo representa la obra de W. Wundt, *Principios de Psicología Fisiológica* (1874), en la que aboga por la utilización de los métodos de la Fisiología para abordar los problemas de la Psicología. La iniciativa tampoco fue fructífera y hasta el propio Wundt, siguió utilizando el método de la Psicología mentalista, la introspección, como procedimiento de sus investigaciones.



Figura 1.3

A la luz de la Teoría de la Evolución por Selección Natural expuesta por Darwin en 1859, el *Funcionalismo Americano* que desarrolló William James, reformula la Psicología mentalista derivada del empirismo. Para los funcionalistas, en el nuevo contexto creado por la Teoría de la Evolución, la única forma posible de analizar adecuadamente los procesos mentales es considerarlos como actos que permiten la adaptación a las circunstancias estímulares del ambiente. En definitiva, elementos fruto de la selección natural y por tanto, no exclusivos del ser humano, sino presentes también, en menor y diferente grado de complejidad, en el resto de animales. El Funcionalismo Americano abrió de esta manera el camino para el desarrollo de la Etología, la Ecología del Comportamiento, la Psicología Evolucionista y, en definitiva, de la propia Psicobiología.

tes simultáneas dirigidas a dar una explicación del comportamiento humano que como una disciplina cohesionada. Conductistas, neoconductistas, cognitivistas y psicobiólogos investigan el estudio del comportamiento humano y los procesos mentales desde el ámbito científico pero bajo distintos paradigmas. Para los conductistas, el estudio del comportamiento debía reducirse al paradigma E-R; su objeto de estudio eran las respuestas, el comportamiento mostrado ante la exposición a un estímulo; el organismo (el cerebro) era como un papel en blanco⁴ en el que el esfuerzo, la cultura y la educación representaban los auténticos y únicos determinantes del comportamiento humano y, por tanto, del futuro de las personas. «*Dadme una docena de niños sanos, bien formados, y mi mundo especificado donde criarles, y garantizo que tomaré*

⁴ La vieja idea de la *tabula rasa*, que postulaba que nuestro cerebro era como un papel en blanco y que, con ello, mantenía viva la vieja, también, controversia *nurture versus nature*. Sin embargo, hoy sabemos que el cerebro, en el momento del nacimiento, no es una «máquina de aprender» en blanco, sino que dispone de imágenes intrínsecas determinadas genéticamente a través de circuitos preestablecidos.

a cualquiera de ellos al azar y le educaré para que llegue a ser cualquier tipo de especialista que yo decida: médico, abogado, artista, comerciante y, sí, incluso pordiosero y ladrón, cualesquiera que sean sus dotes, inclinaciones, tendencias, habilidades, vocaciones y la raza de sus antepasados», afirmaba Watson, en su obra *Behaviorism* (1930). Por su parte, para los neoconductistas, que se centraban principalmente en el aprendizaje, el organismo debía pasar a ser un elemento activo de la ecuación que diese explicación al comportamiento (E-O-R), pero esa implicación no pasaba de considerar al organismo más que un mero receptáculo de determinadas variables no observables (los procesos mentales) intercaladas entre el estímulo y la respuesta. Más tarde, en los años sesenta del pasado siglo, los cognitivistas enfocan el estudio de los procesos mentales bajo un modelo cibernético considerando irrelevante el soporte físico donde esos procesos ocurrían (el SN). Hoy, afortunadamente ese panorama ha cambiado, la Neurociencia Cognitiva es un buen ejemplo de ello y se puede decir que ya todas las disciplinas de la Psicología científica abordan sus objetivos propios dentro del marco que la Psicobiología comenzó a crear a principios del pasado siglo.

El término Psicobiología es acuñado, en 1914, en el libro *An Outline of Psychobiology* (Un esquema de Psicobiología), escrito por el psicólogo estadounidense y presidente de la *American Psychological Association*, Knight Dunlap. Su objetivo fue crear una pequeña introducción para sus alumnos con el fin de «ayudar a los estudiantes de Psicología que no han realizado cursos de Biología, a adquirir las bases morfológicas y fisiológicas directamente relacionadas con la Psicología». Tres años después, en 1917, este «outline», lo desarrollará Dunlap fundando la revista *Psychobiology*, con una finalidad que deja claro lo que la Psicobiología pretende: «publicar las investigaciones en ciencia básica que tengan en cuenta la interconexión de las funciones mentales y fisiológicas». En 1921, la revista se fusionará con *Journal of Animal Behavior*, fundada en 1911, por el primatólogo estadounidense Robert Yerkes, en la que se publicaban los resultados de investigaciones sobre sensación, percepción, aprendizaje y Etología. Nace así, *Journal of Comparative Psychology* que, en 1942, pasa a llamarse *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. Finalmente, en 1983, como consecuencia de la irrupción del campo multidisciplinar de la Neurociencia, la revista se dividió en *Journal of Comparative Psychology* y *Behavioral Neuroscience* que, en palabras de la actual editora de la publicación, Rebecca D. Burwell, es la descendiente directa de *Psychobiology* fundada por Dunlap. Unos años antes, en 1968, comienza a editarse *Developmental Psychobiology*, destina a re-



Figura 1.4

La Psicobiología establece un nuevo marco de referencia, unificador y más amplio, en el que se integran los resultados obtenidos en el campo de la Biología y la Psicología científica.

coger las investigaciones que sobre el desarrollo del comportamiento tienen los factores epigenéticos en la etapa perinatal y la primera infancia.

La Psicobiología sigue, por tanto, el paradigma E-O-R, pero carga de contenido cada uno de sus elementos. Entre el estímulo y la respuesta no se intercala ni una «pizarra en blanco» ni un mero receptáculo de variables no observables como definían los neconductitas al organismo, sino el sistema nervioso fruto de la historia filogenética de nuestra especie, en el cual se lleva a cabo el procesamiento de la información estimular y los procesos mentales que hacen posible el comportamiento humano. La Psicobiología no sólo incorpora a su objeto de estudio las aportaciones de la Neurociencia y la Psicología científica, también recoge las realizadas desde la genética de la conducta y otras disciplinas biológicas (Fig. 1.4).

Sin embargo, toda la actividad generada a finales del siglo XIX y comienzos del XX, se ve en cierta medida enlentecida (fundamentalmente en Europa) por las dos Guerras Mundiales y, en nuestro caso, también por la Guerra Civil española. El exilio de investigadores y las subsiguientes etapas de postguerra, ralentizaron el desarrollo de la Psicología científica en Europa y en especial en España. En nuestro país, tras la Guerra Civil, a pesar del Premio Nobel en Fisiología y Medicina concedido a Cajal en 1906, de la intensa actividad científica y académica que ello supuso con la creación de instituciones como la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas⁵, de la creación del Laboratorio de Investigaciones Biológicas, luego Instituto Cajal; de la fundación de revistas como *Tra-*

bajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas; de que, ya en 1902, el neurólogo Luis Simarro ocupase, en la Universidad Central de Madrid⁶, la primera Cátedra de Psicología Experimental de España y de que, en 1928, se crearan los primeros institutos psicotécnicos en Madrid y Barcelona, a pesar de todo ello, tras 1939, los estudios de Psicología vuelven de nuevo al ámbito de la Psicología escolástica dentro de la Licenciatura de Filosofía y Letras. En él permanecerán oficialmente hasta los años ochenta del pasado siglo en los que, finalmente, se crean las primeras Facultades de Psicología y departamentos de Psicobiología⁷. Consecuencia, en gran parte, de que, desde los años cincuenta del pasado siglo, paulatinamente la enseñanza universitaria de la Psicología comenzara a retornar al ámbito de la Psicología científica, gracias al impulso aportado por jóvenes investigadores formados fuera de España, como Mariano Yela, José Luis Pinillos, Manuel Úbeda, Miguel Siguán, Francisco Secadas o José Forteza, entre otros⁸.

La Explicación de la Conducta

Para la Psicobiología, la conducta y los procesos mentales son una propiedad biológica que, como el resto de características de los seres vivos, han sido modelados por la selección natural, es decir, son reflejo de la evolución y junto con los otros dos elementos del paradigma E-O-R, el estímulo y el organismo, forma lo que se denomina un **complejo adaptativo** (Fig. 1.5).

Las características de este complejo adaptativo varían entre las especies y en menor medida de unos individuos a otros, ya que dependen de dos factores. El primero de ellos es el filogenético y hace referencia a la historia evolutiva que ha experimentado la especie. El segundo es el factor ontogénico y recoge las circunstancias en las que se ha desarrollado la vida del individuo desde el momento de su concepción.

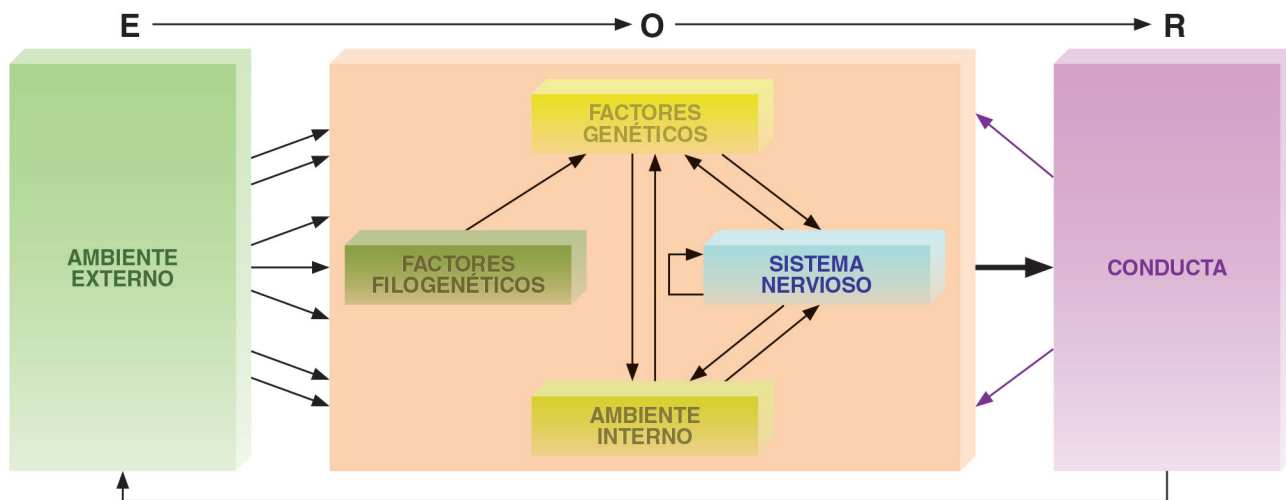
El factor filogenético está representado por el acervo genético de la especie a la que pertenece el animal, en el cual se recogen los logros adaptativos de sus predecesores que han resultado ventajosos para la supervivencia de la especie a lo largo de su devenir y que se plasman en las características de las estructuras y

⁶ Luego, Universidad Complutense de Madrid.

⁷ La Facultad de Psicología de la UNED se crea oficialmente en 1983 y el Prof. José Luis Fernández Trespalacios fue su primer Decano. Poco después nace el Dpto. de Psicobiología, que comenzó dirigiendo el Prof. Antonio Guillamón Fernández.

⁸ No obstante, hasta 2011, no se regula en nuestro país la Psicología en el ámbito sanitario, en el que se crea oficialmente la profesión sanitaria generalista de psicólogo, bajo la denominación de Psicólogo General Sanitario.

⁵ Presidida durante 27 años por Caja y que, en 1939, se convierte en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

**Figura 1.5**

El mundo exterior es mucho más amplio y diverso que lo que cada especie percibe de él pues, si bien cualquier cualidad energética o química del ambiente puede ser considerada un estímulo, la cantidad y cualidad de estímulos capaces de desencadenar una respuesta es muy limitada y varía según el individuo y la especie a que pertenezca, como lo hace también el tipo de procesamiento que la información estimular recibe y la respuesta que desencadena.

órganos receptores, de los sistemas que integran la señal estimular y de los sistemas efectores encargados de emitir las respuestas. A las adaptaciones conseguidas a lo largo de la filogenia que recoge el acervo genético de la especie y que capacitan a cualquier miembro de la misma para recibir un determinado espectro estimular, procesar de determinada forma esta información y emitir una respuesta conductual, se les denomina **causas lejanas del comportamiento**. Son, por tanto, las responsables de las diferencias que existen entre las especies, causantes, por ejemplo, de que las abejas reaccionen a la luz ultravioleta, de que nuestra especie pueda comunicarse a través del lenguaje o de que las aves vuelen ante la presencia de un depredador.

El segundo factor involucrado en las características del complejo adaptativo es **el factor ontogénico**. Con él se quiere señalar que, si bien la filogenia marca un patrón general que identifica a cada ser viviente como perteneciente a una especie o a otra, dentro de las distintas especies cada uno de sus miembros es diferente a cualquier otro. Ello es debido, en gran medida, a que la dotación genética de cada individuo es el resultado de una combinación única del genoma de la población que lo hace singular, tanto en sus rasgos *físicos* como psicológicos. Sin embargo, cuando se indica que un carácter morfológico, fisiológico o conductual, depende o está controlado genéticamente, no hay que interpretarlo siempre en un sentido determinista. Las características *únicas* de cada individuo son consecuencia también de la interacción que se establece entre su genotipo y el ambiente; la importancia que

ejerza cualquiera de estos dos factores dependerá del rasgo estudiado. A los factores ambientales que actúan modulando la expresión génica se les denomina **factores epigenéticos**. Sus efectos sobre el sistema nervioso pueden tener un mayor o menor grado de reversibilidad. Los efectos menos reversibles están asociados a determinados periodos de máxima susceptibilidad del sistema nervioso, los denominados **periodos críticos** que, generalmente, se circunscriben a la etapa perinatal. Un ejemplo de ello es la acción que ejercen las hormonas sexuales en las primeras etapas del desarrollo postnatal de diversas aves y mamíferos, alterando morfológica y fisiológicamente algunas regiones del sistema nervioso involucradas en la conducta sexual y otro tipo de comportamientos. Los efectos *más* reversibles están relacionados con una propiedad muy importante del sistema nervioso: la **plasticidad neuronal**, que es la capacidad que tienen las neuronas de experimentar cambios en su morfología y fisiología frente a distintas situaciones ambientales. Esta propiedad ha tenido gran importancia a lo largo de la filogenia al favorecer la aparición de procesos tan importantes como el aprendizaje y la memoria que, a su vez, han permitido el desarrollo de sistemas nerviosos que respondan de forma más flexible y eficiente a los retos ambientales.

Finalmente, a los factores indicados hay que añadir aquellos otros que intervienen en la **causación inmediata del comportamiento**. Entre éstos se encuentran los mecanismos por los que las diferentes energías estimulares son captadas por los receptores sensoria-

les y se integran dentro del sistema nervioso central (SNC), (procesos de sensación y percepción); el cómo dicha representación del entorno produce cambios en el estado interno del organismo (procesos de motivación, emoción y aprendizaje), y de qué manera esos cambios fisiológicos en el medio interno influyen en la forma en que el organismo interactúa con su ambiente al desplegar el comportamiento.

El conjunto de factores responsables de la singularidad conductual de cada individuo constituye las **causas próximas del comportamiento**. Son, por tanto, las responsables de que las características generales de la especie se expresen de modo particular en cada individuo, aportando la diversidad imprescindible para la supervivencia y evolución de las especies.

Por todo ello, la Psicobiología considera a la **conducta** como *el conjunto de manifestaciones públicamente observables reguladas por el sistema nervioso, mediante las cuales el organismo, como un todo, en respuesta a un estímulo interno o externo, se relaciona activamente con el medio ambiente de la forma que determine su devenir filogenético y ontogénico*.

La Psicobiología, además, trata de dar una explicación en términos fisicalistas, no sólo de la conducta, sino también de los **procesos mentales** que la hacen posible. La mente está ineludiblemente ligada al organismo, es un producto de su actividad neural, consecuencia de la acción de la selección natural y, por tanto, dependiente enteramente del sustrato biológico que la genera. Como indica el neurofisiólogo Rodolfo Llinás, en su libro, *El cerebro y el mito del yo* (2003): «El primer paso fundamental para explorar, desde un punto de vista científico la naturaleza de la mente es rechazar la premisa de que, ésta apareció súbitamente como resultado de una “intervención espectacular”. La naturaleza de la mente debe entenderse con base en su origen, en el proceso de su desarrollo, que emana del perenne mecanismo biológico de ensayo y error. La mente, o lo que llamaré “el estado mental”, es el producto de los procesos evolutivos que han tenido lugar en el cerebro de los organismos dotados de movimiento. Esta evolución cerebral se presentó de manera paulatina, desde las formas más primitivas hasta las más altamente evolucionadas por tanto, el examen de las bases científicas de la mente requiere una perspectiva evolutiva rigurosa ya que es a través de este proceso como se generó la mente». Por ello, cualquier intento de explicación de la mente como proceso independiente del organismo está abocado al fracaso. Los fenómenos mentales son fenómenos cerebrales y uno de los objetivos de la Psicobiología es identificar también los sistemas neurales cuya actividad específica es mental (afectiva, perceptiva, intelectual o volitiva) y explicar dicha actividad mental.

■ DISCIPLINAS DE LA PSICOBIOLOGÍA

El comportamiento humano, como hemos visto, tiene múltiples condicionantes algunos de los cuales fueron abordados en un primer momento por disciplinas ajenas a la Psicología, tales como la Genética, la Etología o la Neurociencia. La Psicobiología ha ido integrando todas esas aportaciones creando un nuevo marco de análisis del comportamiento e incorporando a su actividad investigadora todas aquellas técnicas y objetivos particulares de esas disciplinas que le permitan explicar plenamente su objeto de estudio. El resultado de esa síntesis ha sido la aparición paulatina de nuevas disciplinas que están aportando un importante cuerpo de conocimientos que permiten hoy conocer y explicar mejor el comportamiento humano, a la vez que abren nuevos horizontes para su estudio.

Las causas lejanas de la conducta son el ámbito de estudio de la **Psicología evolucionista**. Esta disciplina parte de la base de que para comprender y explicar plenamente la conducta humana y los procesos mentales que la hacen posible, debe tenerse en cuenta su historia evolutiva. Para ello, recurre al análisis comparado de la conducta y los procesos mentales en el contexto de las relaciones filogenéticas de las especies. Este tipo de estudios involucra a otras disciplinas cuyos objetivos trascienden a los de la Psicobiología por no circunscribirse sólo a nuestra especie sino al conjunto de animales, pero que, por ello mismo, también los abarca. Es el caso de la Etología, la Ecología del Comportamiento y la Sociobiología, que en el contexto de la Teoría Sintética de la Evolución, consideran que la conducta, como cualquier otra característica de los seres vivos, es fruto de la selección natural y tratan de poner de manifiesto esta circunstancia. Sus estudios se centran en la observación y evaluación de la conducta de diversas especies animales en condiciones naturales o lo más parecido posible a ellas, tratando de establecer relaciones entre medidas biológicas y conductuales, como es el caso de la **Etología**, analizando el control neuronal de dicho comportamiento, que es de lo que se encarga la **Neuroetología**, o estudiando determinadas estrategias conductuales en relación con sus implicaciones ecológicas y evolutivas, competencia ésta de la **Ecología del Comportamiento**. La **Sociobiología**, por su parte, estudia las bases biológicas del comportamiento social y es resultado de la confluencia de la Genética de Poblaciones, la Ecología y la Etología. En 1975, Edward Wilson, fundador de esta disciplina, la define como: «el estudio sistemático de la base biológica de todas las formas de comportamiento social en toda clase de organismos». Su propósito es formular leyes generales de la evolución y biología del

comportamiento social que puedan explicar esta faceta del comportamiento humano.

En un plano más próximo, en cuanto a la causalidad del comportamiento, se encuentra la **Genética de la Conducta**. El objetivo de esta disciplina podemos decir que se circunscribe al ámbito psicobiológico aunque, cuando nace, ni la Psicobiología ni la Psicología científica existían. En 1869, Francis Galton, a raíz de la publicación de la obra de Darwin, *El Origen de las especies*, da a conocer los primeros estudios sobre la herencia de la capacidad mental humana, en el libro *El genio hereditario: examen de sus leyes y consecuencias*, en el que pone de manifiesto la existencia de una correlación entre la proximidad familiar y la capacidad mental, sentando de esta forma las bases de lo que luego sería la Genética de la Conducta. Como indica el genetista de la conducta Robert Plomin, profesor de genética del comportamiento del Instituto de psiquiatría de Londres, *en esta disciplina se pueden distinguir tres tipos de enfoques: el centrado en el gen, que comienza con un efecto genético sencillo y estudia su influencia sobre la conducta. El enfoque centrado en la fisiología, que se concentra en los intermediarios fisiológicos entre genes y conducta, pudiendo tomar dos direcciones, una dirigida a averiguar los genes responsables de dichos intermediarios fisiológicos y otra a estudiar el efecto que éstos tienen sobre la conducta. El tercer enfoque comienza en la conducta y trata de averiguar en qué medida las influencias genéticas o ambientales afectan a la misma.*

Como hemos comentado, los condicionantes genéticos son modulados por los factores epigenéticos. Del estudio de estas interacciones y de las consecuencias que ellas tienen sobre la conducta se encarga la **Psicobiología del desarrollo**. Gracias a los trabajos realizados dentro de esta disciplina se han descubierto, por ejemplo, las alteraciones que se producen en el desarrollo de la corteza cerebral cuando existe una deficiencia de hormonas tiroideas en la etapa prenatal o los efectos de la privación sensorial y el aislamiento social.

Los condicionantes inmediatos de la conducta son competencia de disciplinas como la **Psicología Fisiológica** que, mediante la intervención sobre el SN, estudia las bases biológicas del comportamiento, intentando explicar los cambios en el organismo durante el desarrollo de una conducta; la **Psicofarmacología**, que se centra en el estudio de las características estimulantes de los fármacos y las drogas de abuso, así como en la influencia que sobre ese efecto tienen las variables ambientales; la **Psicofisiología** que estudia, sin manipular el SN, los cambios fisiológicos producidos en humanos ante determinadas situaciones o tras la presentación de distintos estímulos o la **Psiconeuroendocrinología**, disciplina que centra su interés

en conocer los mecanismos por los que las hormonas afectan al SN, la conducta y a los procesos psicológicos, y cómo éstos a su vez pueden influir sobre el sistema endocrino.

En el ámbito clínico, como una confluencia entre la Psicología y la Neurología, y con el fin, en origen, de estudiar los efectos que las lesiones del SNC provocaban sobre la conducta y los procesos mentales, surgió la **Neuropsicología**. Esta disciplina se centra, dentro del contexto clínico, en conocer qué estructuras del sistema nervioso participan en los procesos psicológicos humanos como el aprendizaje, la memoria, el lenguaje, los procesos cognitivos, el procesamiento de la información, la resolución de problemas o los procesos emocionales. Recientemente, centrada en los procesos cognitivos, surge la **Neurociencia Cognitiva**.

■ ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN EN PSICOBIOLOGÍA

La ciencia constituye un cuerpo organizado de conocimientos que proporciona un control práctico sobre el mundo físico e influye de manera importante en la concepción que el hombre tiene del mundo que le rodea. La Psicobiología es una ciencia empírica y comparte, por tanto, la visión científica del mundo, el método científico y los objetivos generales de la ciencia. Su meta es explicar la conducta y los procesos psicológicos en términos fisicalistas, como el resultado de la actividad del sistema nervioso.

El conocimiento científico es aquel que se obtiene mediante la utilización del método científico, una herramienta sencilla, pero potente. Gracias a él, hoy en día accedemos a casi cualquier faceta de la cultura con tan solo un clic; se mejoran cosechas y condiciones de vida; se erradican, curan y palían enfermedades, y se avanza para entender la etiología de muchas otras. Si la humanidad en el último siglo ha pasado de mil seiscientos millones de habitantes a más de siete mil millones, se debe, en buena parte, a la actividad científica y tecnológica que deriva de ella. Lo que depare el futuro a la humanidad depende también, en gran medida, del conocimiento preciso que tengamos de nuestra propia naturaleza, de sus metas, posibilidades y limitaciones. Ese es también el objetivo de la Psicobiología.

Hablar de método en ciencia es hablar del método hipotético-deductivo, método que hace referencia al planteamiento y verificación de hipótesis y, a partir de ahí, a la formulación de leyes y establecimiento de teorías (Fig. 1.6). El método científico parte de la **observación**, entendida ésta como la información sumi-

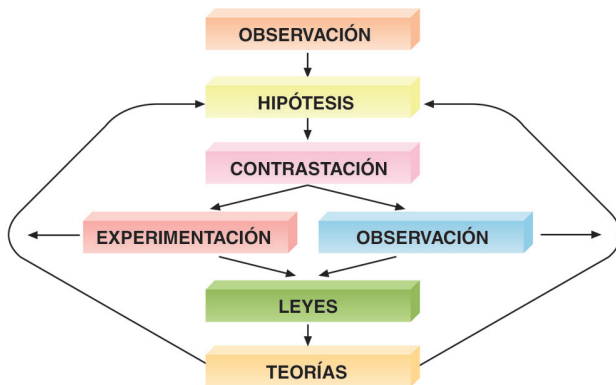


Figura 1.6

El método científico es el método hipotético-deductivo, que hace referencia al planteamiento y verificación de hipótesis y, a partir de ahí, a la formulación de leyes y establecimiento de teorías. Esquema de las etapas seguidas en el método científico y la relación entre ellas.

nistrada por la experiencia. Es la fuente principal de la que se nutre la ciencia, es decir, los hechos que trata de explicar y, como veremos más adelante, el control y aceptación de dichas explicaciones. Pero la observación no es el acopio de datos. Como decía Darwin: «la razón de ser del observar no reside en meramente recoger y acumular observaciones sino en buscar y sacar a la luz cierto orden existente en los hechos». Como primer paso para explicar los problemas planteados por la observación, el científico recurre a formular **hipótesis** que son conjeturas que propone para dar cuenta de los hechos observados. La hipótesis debe ser verosímil, guardar alguna relación con conocimientos previos alcanzados por la ciencia y ser susceptible de contrastación empírica.

La **contrastación empírica** de las hipótesis se realiza a través de los enunciados deducidos a partir de las hipótesis (de ahí que el método científico sea llamado también método hipotético-deductivo). La hipótesis no es sometida a contrastación empírica, lo que se contrasta son casos concretos deducidos a partir de la hipótesis. A medida que aumenta el número de casos favorables de la contrastación, mayor será el apoyo empírico con que cuenta la hipótesis y, en consecuencia, aumenta su grado de verosimilitud o de probabilidad. Este hecho pone en evidencia una de las características de las ciencias empíricas y es que éstas no proporcionan un conocimiento en términos absolutos, como ocurre con las ciencias formales (p.ej., las matemáticas), sino en términos relativos, de probabilidad.

En las ciencias empíricas la comprobación de una hipótesis involucra la experiencia, pero no son necesariamente experimentales. Para probar empírica-

mente las hipótesis, el investigador puede optar por la **observación** o por la **experimentación**. Esta última supone la modificación deliberada de las condiciones de contrastación derivadas de la hipótesis para la comprobación de la misma, mientras que la contrastación observacional se limita a registrar variaciones.

El método científico permite llegar a conclusiones a partir de los datos obtenidos por la observación y la experimentación. Esta conclusión es lo que constituye la **ley científica**, que supone relacionar los datos obtenidos en la contrastación con la hipótesis planteada, permitiendo explicar las relaciones que se dan entre los hechos observados. De esta forma, las hipótesis representan la primera aproximación al conocimiento científico, siendo las leyes derivadas de ellas la explicación científica a un hecho de observación. Cuando una serie de leyes pueden agruparse para explicar fenómenos completamente diversos, permitiendo una comprensión unificada de los mismos, de carácter más general que el descrito por cada una de esas leyes, aparece una **teoría**.

Por tanto, la explicación científica se articula de una manera extremadamente flexible, constituyendo un cuerpo de conocimientos obtenidos mediante el método hipotético-deductivo. En ciencia no hay dogmas porque el conocimiento científico siempre es provisional y susceptible de revisión cuando nuevos datos u observaciones reemplazan a los planteamientos existentes. Derivada de esa característica y de la imposibilidad de universalizar las leyes y teorías científicas, el epistemólogo Karl Popper, propuso el **falsacionismo** como forma de contrastación de las hipótesis y las teorías. Según esta corriente epistemológica, la forma más eficiente de corroborar hipótesis y teorías es intentando refutarlas mediante contraejemplos. Si no es posible refutarlas, las hipótesis y las teorías quedarán corroboradas y podrán ser aceptadas provisionalmente por las evidencias empíricas, pero nunca serán verificadas⁹.

Bajo este contexto, la Psicobiología trata de explicar la conducta humana a través del funcionamiento del sistema nervioso y del organismo en general. De una forma esquemática podemos señalar que las estrategias para explicar la conducta y los procesos mentales que a él subyacen, implican contrastaciones experimentales y observacionales. Dentro de las primeras existen dos grandes estrategias: 1ª) la **intervención conductual**, en la que la conducta actúa como variable independiente (VI) y el organismo (el SN) como variable dependiente (VD) y 2ª) la **intervención somá-**

⁹ Nunca podremos afirmar algo universal a partir de los datos particulares que nos han permitido corroborar la hipótesis o la teoría. Por muchos millones de mirlos negros que veamos, nunca podremos afirmar que «todos los mirlos son negros». En cambio, si encontramos un solo mirlo que no sea negro, sí podremos afirmar «No todos los mirlos son negros».

tica, en la que se toma a la conducta como variable dependiente siendo el organismo (el SN) la variable independiente (Fig. 1.7).

En la intervención conductual se manipula el ambiente para tratar de producir alguna modificación conductual concreta (variable independiente), evaluándose el efecto que dicha manipulación ha tenido sobre el organismo (variable dependiente). Lógicamente la forma de propiciar los cambios conductuales que se estimen oportunos es actuando sobre el ambiente en el que se desenvuelve el sujeto experimental, es decir, controlando las distintas variables estimulantes a las que el sujeto es expuesto a través de sus sentidos: contacto, temperatura, presión, iluminación, olores, sonidos, sabores. Estos estímulos se pueden proporcionar directamente a través de, verbigracia, imágenes u olores específicos, o bien a través de, por ejemplo, manipulación de objetos, la presencia de individuos de igual o distinto sexo, cambios el ciclo de luz-oscuridad, la disponibilidad de comida y bebida, etc. De esta forma, controlando el comportamiento del animal (variable independiente) evaluaremos su efecto sobre las variables (dependientes) que consideremos oportunas del SN: estructuras involucradas en determinados comportamientos, procesos fisiológicos afectados, etc.

Un ejemplo de intervención conductual nos lo proporcionan toda la serie de investigaciones encaminadas a contrastar la hipótesis formulada por Donald Hebb, en 1949, conocida como la *teoría de la asamblea celular* (Fig. 1.8), en la que planteaba que la actividad neuronal repetida como consecuencia de una experiencia reiterada provocaría cambios en las neuronas involucradas que potenciarían su conexión formando redes o asambleas neuronales que favorece-

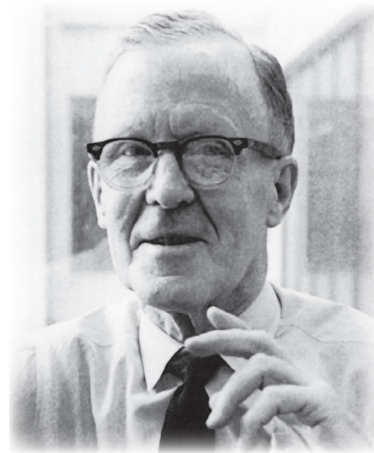


Figura 1.8

Donald O. Hebb es considerado una de las figuras más relevantes de la Psicobiología. Su libro *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*, publicado en 1949, supuso el auge de la Psicología Fisiológica. En una época de dominancia del conductismo radical (Skinner, 1938) que rechazaba los conceptos fisiológicos, Hebb propuso que los constructos mentales (ideas, imágenes, recuerdos, etc.) tenían una base neurofisiológica. Su objetivo era entender qué ocurre entre el estímulo y la respuesta (percepción, aprendizaje, pensamiento, etc.) y concebía la Psicología como una ciencia biológica: «El problema para comprender el comportamiento es el problema de comprender la acción total del sistema nervioso, y viceversa». Su propuesta de «asambleas celulares» (inspirada en la obra de un discípulo de Ramón y Cajal, Lorente de No) orientó el estudio del aprendizaje hacia el sistema nervioso y postuló mecanismos neurofisiológicos que investigaciones posteriores han confirmado.

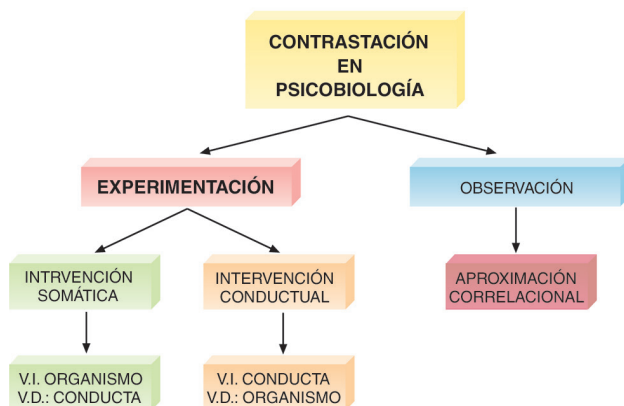


Figura 1.7

Esquema de los distintos tipos de contrastaciones que pueden realizarse en los estudios psicobiológicos. VI.: variable independiente; VD.: variable dependiente.

rían respuestas más eficientes al exponerse de nuevo a esa experiencia. Tuvieron que pasar casi veinte años hasta que las técnicas permitieron poner a prueba esa hipótesis. Ello comenzó en los años sesenta del pasado siglo, de la mano del grupo liderado por el psicólogo estadounidense Mark R. Rosenzweig, en Berkeley. Estos investigadores realizaron una serie de trabajos en los que pusieron de manifiesto que el entrenamiento formal y la experiencia informal adquirida por la exposición a ambientes variados (variables independientes), provocaban cambios medibles en la neuroquímica y neuroanatomía del cerebro de roedores (variables dependientes). Comprobaron, por ejemplo, que aquellos animales que habían sido entrenados en la resolución de distintos tipos de test comportamentales (VI) presentaban una mayor actividad de la enzima acetilcolinesterasa¹⁰ (AChE) en la corteza cerebral (VD), que los que

¹⁰ La actividad de la AChE correlaciona con la actividad del neurotransmisor acetilcolina (ACh), ya que la AChE se encarga de hidrolizar la ACh regulando, de esta forma, la concentración de este neurotransmisor en la sinapsis.



Figura 1.9

La caja de Skinner es el instrumento que B. F. Skinner diseñó para el estudio del condicionamiento instrumental, una técnica específica de enseñar conductas: una conducta que produce una recompensa (tanto por obtener algo beneficioso o por eliminar una situación perjudicial) será aprendida. El reforzamiento produce un incremento en la probabilidad de la respuesta. El análisis posterior del sistema nervioso pone de manifiesto que el aprendizaje implica plasticidad sináptica, es decir, cambios en la estructura y bioquímica de las sinapsis que se producen en determinados circuitos neurales. La caja de Skinner consiste, en su diseño más básico, en una jaula que cuenta con una palanca en su interior (A). Cuando la palanca es accionada por el animal, aparece un refuerzo, en este caso un dispensador automático le administra una dosis de alimento (B), pero el animal también puede apretar la palanca para que finalice una situación aversiva, como puede ser una descarga eléctrica. Como consecuencia de la presencia del refuerzo se produce una modificación en la probabilidad de la emisión de dicha conducta: el animal aprende a pulsar la palanca si quiere comer. Imágenes cedidas (A) por M^a Ángeles Pérez y Ricardo Pellón (Dpto. de Psicobiología Básica I, UNED) y (B) Alberto Marcos (Laboratorio de la Facultad de Psicología, UNED).

no habían sido entrenados en este tipo de test, además existía una correlación positiva entre la cantidad de AChE y la dificultad del test. Asimismo, descubrieron que aquellos animales estabulados en ambientes que generaban distintas oportunidades de aprendizaje informal (ambiente enriquecido) (VI) presentaban también más cantidad de AChE y mayor peso de la corteza cerebral (VD) que los criados en las condiciones habituales de estabulación (ambiente empobrecido) (VI). Trabajos posteriores han extendido el número de variables que se ven modificadas en el SN de muchas

especies de aves y mamíferos como consecuencia de la experiencia y la actividad del SN (Fig. 1.9), corroborando, de esta forma, la hipótesis de Hebb.

En la intervención somática se producen alteraciones sobre el SN, a través de, por ejemplo, lesión de estructuras cerebrales, inyección de fármacos, etc. que pasarían a ser, por tanto, variables independientes, pues son las que controlamos para evaluar los cambios en la conducta del sujeto que es la variable dependiente.

Un ejemplo de este tipo de intervención lo tenemos en los trabajos que han ido descubriendo el dimorfismo sexual de distintas regiones del SNC, causado por el efecto que las hormonas sexuales ejercen sobre ellas en el periodo perinatal. En 1959, Phoenix, Robert W. Goy, Arnold A. Gerall, y William C. Young, en la Universidad de Kansas, demuestran que la administración prenatal de testosterona (VI) masculinizaba el comportamiento de las cobayas hembra adultas (VD) por su efecto sobre las regiones del SNC involucradas en el conducta sexual. Posteriormente, estos resultados se replicaron en monos rhesus, mostrando, además, que el comportamiento de juego de los monos hembra (VD) tratados prenatalmente con la testosterona (VI) también se masculinizaba.

Desde entonces, numerosos trabajos han ido poniendo de manifiesto diferencias de sexo en distintos núcleos del SNC (Fig. 1.10), es el caso, por ejemplo, de los realizados por el grupo de Roger Gorski, en la Universidad de California en Los Ángeles, que en 1978, descubren la existencia de un núcleo del área preóptica (un área involucrada directamente en la exhibición del comportamiento sexual del macho en muchas especies) que es mucho mayor en machos que en hembras; le denominaron por ello, núcleo sexodimórfico del área preóptica (NSD)¹¹. Comprobaron también, que esas diferencias dependían de la presencia de esteroides sexuales durante el período perinatal. En paralelo, pusieron de manifiesto que los roedores hembra a los que se les administraba testosterona al comienzo del desarrollo (VI), mostraban el comportamiento de monta *típico de los machos* (VD), mientras que los machos privados de la testosterona mostraban el comportamiento de lordosis *típico de las hembras* (VD) (Fig. 1.10A).

¹¹ Por ejemplo, en humanos no se ha encontrado un NSD en el área preóptica, sino cuatro, los denominados núcleos intersticiales del hipotálamo anterior (NIHA) que fueron descubiertos por Dick Swaab y col. en el Netherlands Institute for Brain Research (1985) y por Laura Allen y Roger Gorski en la Universidad de California en Los Ángeles (1989). El NIHA-2 y NIHA-3 de los varones tienen el doble de tamaño que el de las mujeres. Además, en 1991, Simon LeVay, del Salk Institute de California, relacionó el NIHA-3 con la orientación sexual de los varones.

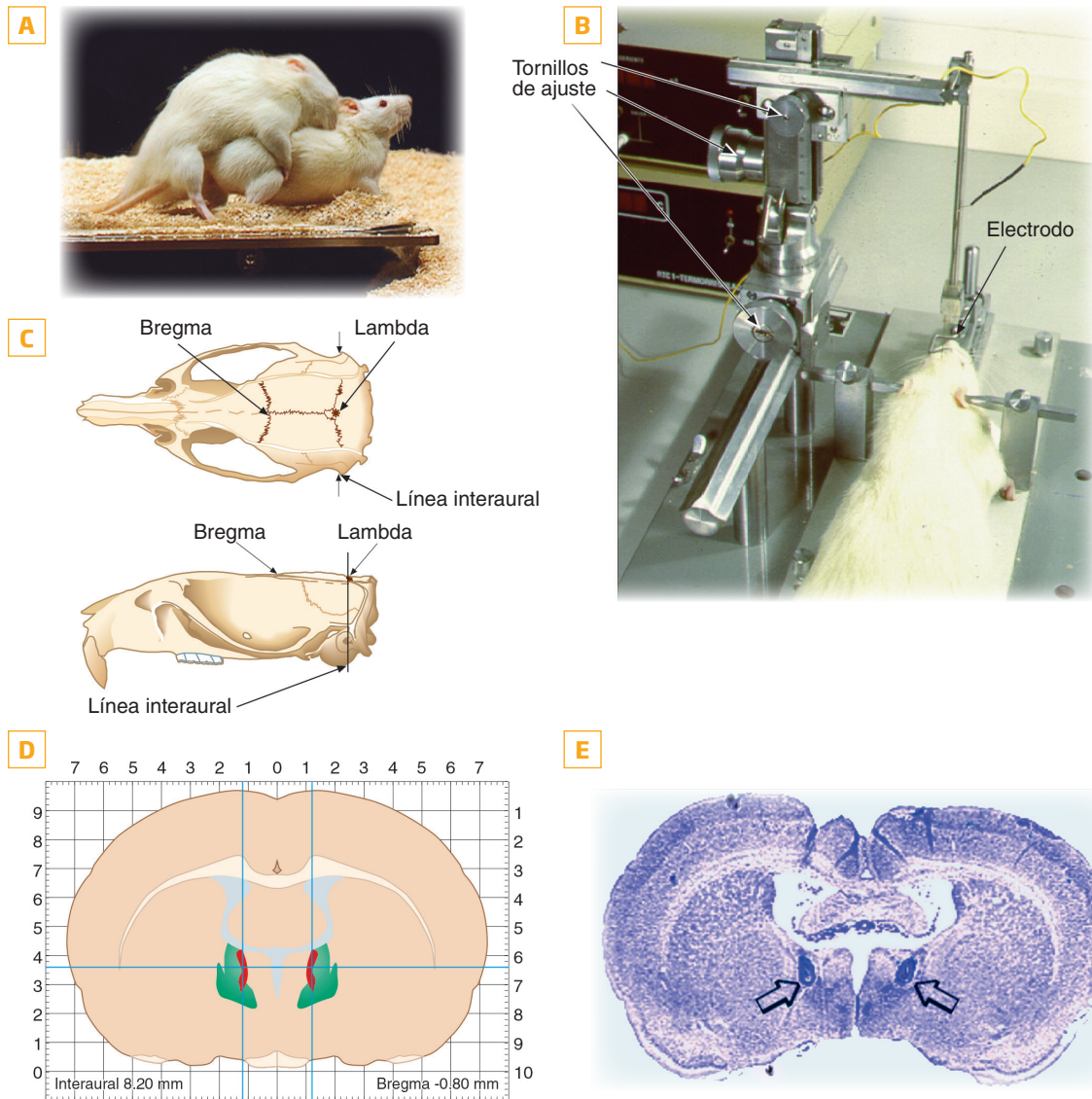


Figura 1.10

En 1987, Águeda del Abril et al., del Dpto. de Psicobiología de la UNED, descubren que el núcleo de la estría terminal (NEST) de la rata, perteneciente al sistema vomeronasal, es sexodimórfico. Dentro del mismo equipo de investigación, en 1995, Francisco Claro y colaboradores, con el fin de estudiar la función que la región medial posterior del NEST (NESTmp) tiene en la modulación del comportamiento sexual de las ratas macho, procedieron a su lesión bilateral (VI) utilizando una técnica electrolítica. La lesión provocó la alteración de determinados parámetros de la conducta sexual de las ratas machos poniendo de manifiesto con ello que el NESTmp está involucrado en la conducta sexual de las ratas macho (VD). (A) la fotografía muestra el instante de la monta de una rata macho y la lordosis de la rata hembra. La lesión de un determinado núcleo o región del sistema nervioso central requiere el empleo del aparato esterotáxico como el que se muestra en (B). Este aparato permite inmovilizar totalmente al animal anestesiado y acceder con gran precisión (décimas de mm) a la zona del sistema nervioso que queramos estudiar. La localización precisa de la zona o núcleo la obtenemos a través de un atlas esterotáxico (D) en el que se representa un mapa tridimensional del encéfalo que nos permite obtener las coordenadas espaciales de todas y cada una de las regiones y núcleos encefálicos. En la rata, estas coordenadas se establecen con respecto a tres puntos craneales de referencia (Bregma, Lambda y el meato auditivo que marca la línea interaural) (C). Mediante los tres tornillos de ajuste del aparato (uno por cada dimensión) nos situamos en las coordenadas precisas del núcleo que queremos estudiar. En (E) se muestra un corte en el encéfalo de la rata en el que, mediante el empleo de este aparato, se ha practicado una lesión electrolítica bilateral (flechas) en el NESTmp. C y D adaptados de Paxinos y Watson, 1998. A, B y E, fotografías cedidas por Francisco Claro y Águeda del Abril (Dpto. de Psicobiología, UNED).

Junto a estas estrategias, existe una tercera forma de abordar el estudio de la conducta que implica una contrastación observacional. Ésta se utiliza cuando no existe posibilidad de usar una contrastación experimental. En Psicobiología, dado que en ocasiones, al investigar con sujetos humanos o con otros animales, no es posible el control de las variables independientes, se recurre a la contrastación observacional para llevar a cabo la verificación o falsación de una hipótesis, siendo la **aproximación correlacional**, es decir, la observación de covariaciones entre medidas biológicas y conductuales, la forma de dar explicación de la hipótesis de partida. Un buen ejemplo de aproximación correlacional lo tenemos en el famoso caso Phineas P. Gage (1823-1860), uno de los primeros casos documentados de daño cerebral y, por tanto, histórico en el estudio de las bases biológicas del comportamiento. Gage fue un obrero de ferrocarriles que, en 1848, sufrió un accidente que le causó importantes daños en el cerebro, específicamente en parte del lóbulo frontal. Éstos se produjeron como consecuencia de una explosión que provocó que una barra de metal saliese disparada atravesando el cráneo de Gage para aterrizar, finalmente, a casi 30 metros de distancia. La barra de un metro de largo y más de 3 cm de diámetro entró en su cráneo por la mejilla izquierda y salió por la parte superior atravesando la corteza cerebral anterior (Fig. 1.11). Sorprendentemente, Gage se mantuvo consciente en todo momento y la crónica de los médicos del pueblo relata que a los pocos minutos del accidente fue capaz de hablar y de caminar. Unos meses después parecía totalmente recuperado y volvió a su trabajo, sin embargo, aquéllos con los que se relacionaba notaron un cambio importante en su personalidad y su conducta. El movimiento y el habla no se vieron afectados, pero pasó de ser una persona sensible y respetuosa a ser maleducada y grosera que, además, mostraba conductas desinhibidas, impulsivas e imprudentes. El accidente, por tanto, provocó varias lesiones incontroladas en el cerebro de Gage y toda una serie de alteraciones conductuales. Obviamente, en este caso no existe un control de las variables como existiría si el trabajo se realizase con animales de experimentación, en los que podemos provocar una lesión de forma muy precisa en magnitud y localización, como hemos descrito anteriormente a la hora de explicar la intervención somática. No existen, por tanto, variables dependientes e independientes, sino un daño cerebral en una región amplia de la corteza cerebral y la alteración conductual subsiguiente que permitió a los investigadores, a través de una aproximación correlacional, involucrar a los lóbulos frontales en aspectos relacionados con la personalidad, la emoción y la interacción social.

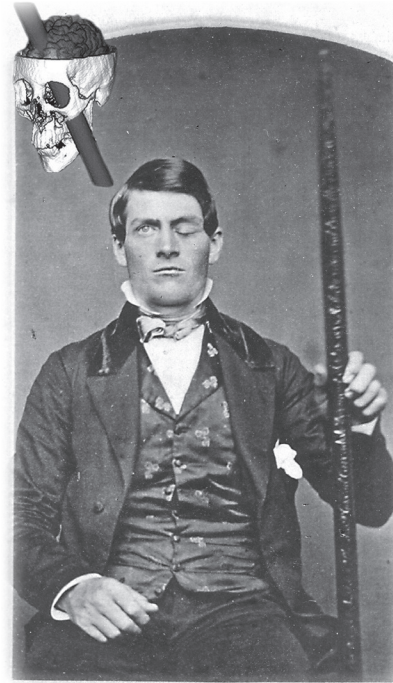
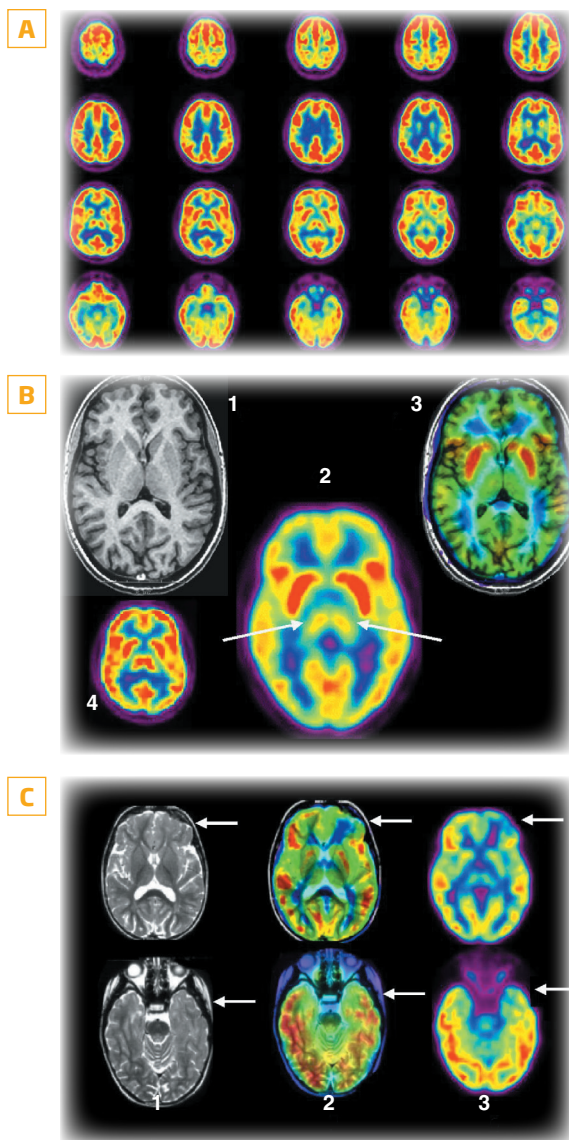


Figura 1.11

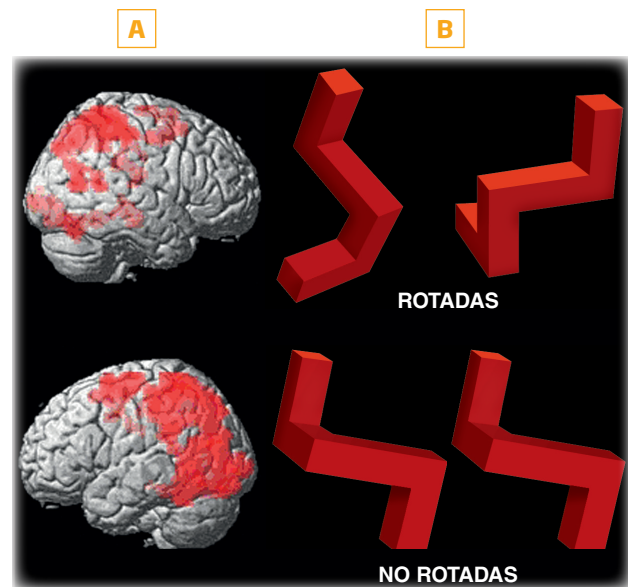
Fotografía de Phineas P. Gage (1823-1860) tras su accidente mostrando la barra de acero que le atravesó el cráneo. Arriba, a la izquierda, simulación, por ordenador, del recorrido de la barra de acero. Este caso, estudiado en profundidad por el neurólogo Antonio Damasio, supuso una de las primeras evidencias científicas que sugerían que la lesión de los lóbulos frontales podía alterar aspectos de la personalidad, la emoción y la interacción social (Archivo de Wikimedia Commons).

En general, el estudio de personas con daño cerebral ha permitido a los neuropsicólogos descubrir la función de muchas regiones del sistema nervioso central y los mecanismos involucrados en los procesos psicológicos superiores. Las áreas de Broca y Wernicke, cuyo daño es responsable del síndrome afásico, son otros dos ejemplos en los que la contrastación observacional, a través de la aproximación correlacional permitió a Paul Broca, en 1861 y Carl Wernicke, en 1874, descubrir, poco después del caso de Phineas P. Gage, que el daño de una zona del lóbulo frontal izquierdo (*área de Broca*) y una región del lóbulo temporal izquierdo (*área de Wernicke*) eran los responsables del síndrome afásico y, con ello, la participación de esta dos regiones en la producción y comprensión del lenguaje.

La Neuropsicología y la Neurociencia Cognitiva se han ido paulatinamente liberando de su dependencia de los traumatismos encefálicos y accidentes cerebrovasculares para el estudio de los procesos psicológicos superiores y el sustrato neural que los sustenta. Primero, con el desarrollo de las técnicas de elec-

**Figura 1.12**

La tomografía por emisión de positrones (TEP o PET en las siglas inglesas) permite obtener imágenes de la actividad metabólica de las diferentes regiones corporales humanas, entre ellas las del SNC. Dado que la actividad neuronal está relacionada directamente con la tasa metabólica, la TEP es de gran utilidad para la investigación psicobiológica porque permite poner de manifiesto qué regiones del sistema nervioso central participan en un comportamiento determinado (lectura, resolución de un problema, etc.). La técnica consiste en inyectar al sujeto 2-desoxiglucosa (2-DG), una molécula análoga a la glucosa que lleva un marcador radiactivo (p.ej. isótopo de flúor) y que, además, no puede ser metabolizada por lo que se acumula en el interior de las células, en mayor proporción en aquellas que son más activas. El isótopo de flúor emite unas partículas subatómicas, los positrones, que dan origen a la radiación que detecta el equipo de TEP. **A.** imágenes de secciones horizontales seriadas del encéfalo de una persona normal obtenidas mediante la técnica de la TEP. **B.** Se muestran tres secciones horizontales de un paciente con autismo: 1. Corresponde a una RMN en la que no se aprecia ningún tipo de alteración. 2. En una imagen obtenida a través de la TEP se logra poner de manifiesto una disminución de la actividad talámica (flechas) que lleva aparejada la consiguiente disminución de la actividad cortical. 3. Es la imagen que se obtiene de combinar la resolución anatómica que ofrece la técnica de RMN con el registro de la actividad que nos da la TEP. Ello brinda la posibilidad de efectuar un mejor diagnóstico. 4. Sección horizontal del encéfalo de una persona sana en la que se puede observar la actividad normal de las regiones afectadas en el paciente que padece autismo. Nótese que la RMN, a pesar de su gran poder de resolución, no permitió en este caso determinar la naturaleza del problema ni las estructuras implicadas, cosa que sí se consiguió utilizando la TEP. **C.** Tres secciones horizontales, a dos niveles distintos, del encéfalo de un paciente con epilepsia parcial temporal izquierda. 1) La RMN ofrece una imagen en la que no se aprecia ninguna alteración. 3) La imagen obtenida a través de la TEP pone de manifiesto una hipoactividad cortical en el hemisferio izquierdo. 2) Es la imagen que se obtiene de combinar la RMN y la TEP. Imágenes cedidas por Antonio Maldonado y Miguel Ángel Pozo (Centro PET Complutense, Madrid).

**Figura 1.13**

La Resonancia Magnética Funcional (RMf) es una técnica de indudable valor para la Neuropsicología y la Neurociencia Cognitiva al permitir profundizar en el estudio de los procesos mentales y el sustrato neural que los sustenta de forma no invasiva ni cruenta. RMf de la cara lateral de ambos hemisferios (A). Se puede apreciar las áreas de la corteza cerebral que se activan durante la realización de una tarea de rotación mental de figuras tridimensionales. Los sujetos son expuestos alternativamente a tareas de rotación mental que difieren en su dificultad (B): en una las figuras están rotadas y en la otra no, y han de contestar, pulsando un botón, si las figuras son iguales. La RMf registra las diferencias que se producen en la actividad cerebral en ambas situaciones. Las imágenes muestran que durante la tarea de mayor dificultad se activan de forma más intensa regiones fronto-parieto-occipitales y temporales del hemisferio izquierdo. Estas imágenes son reconstrucciones tridimensionales realizadas a partir de RMf obtenidas en distintos planos a través del encéfalo. Imágenes cedidas por Carmen Junqué (Universidad de Barcelona) y Beatriz Carrillo y Antonio Guillamón (Dpto. de Psicobiología, U.N.E.D).

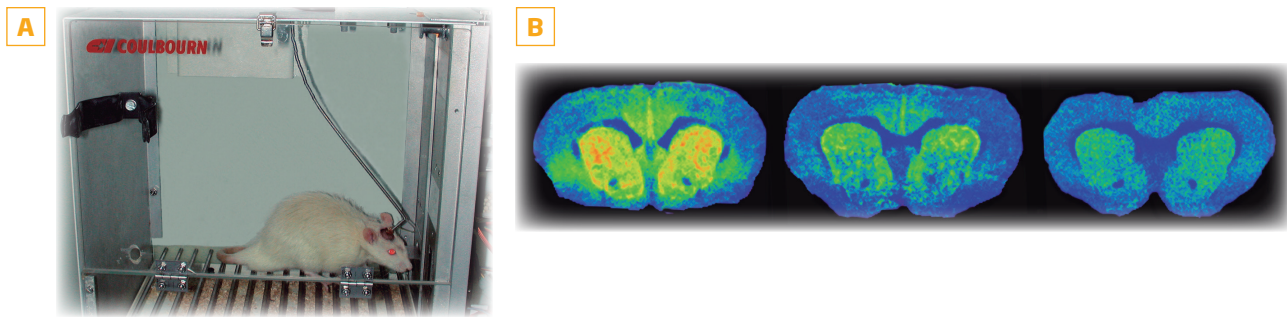


Figura 1.14

La conducta de autoadministración intravenosa de drogas de abuso constituye un modelo animal para el estudio de la drogadicción humana. Los estudios realizados en este campo por Emilio Ambrosio, Carmen G. Lecumberri y Alejandro Higuera, del Dpto. de Psicobiología de la UNED, son un buen ejemplo del uso combinado de estrategias para contrastar hipótesis en Psicobiología. **A.** En la intervención conductual el animal es introducido en una caja de Skinner y conectado a una bomba de infusión que permite la autoadministración de morfina mediante un catéter situado en la vena yugular una vez implementado un programa de condicionamiento (VI). Posteriormente, al animal se le retira la droga y entra en un período de abstinencia en el que se va evaluando los efectos sobre determinados receptores cerebrales (VD). Ello se hace a través de la autorradiografía (**B**), procedimiento que permite la localización de receptores para neurotransmisores o neuromoduladores. Para ello las secciones de tejido nervioso son expuestas a una solución que contiene un ligando radiactivo para un receptor determinado. En la figura pueden verse los autorradiogramas obtenidos al utilizar un ligando radioactivo para los receptores mu-opioides en secciones frontales del encéfalo de rata. Las áreas marcadas en rojo, amarillo y verde señalan la existencia de receptores (el color rojo indica la mayor densidad). Las secciones corresponden a los días 3, 7 y 15 de abstinencia, después de un periodo de autoadministración de morfina. Al mismo tiempo, este diseño implica una intervención somática, ya que la conducta de autoadministración desplegada por el animal (VD) refleja la capacidad reforzante de la droga de abuso (VI). Imágenes cedidas por E. Ambrosio, C. G^a Lecumberri y A. Higuera (Dpto. de Psicobiología, UNED).

troencefalografía (EEG) y potenciales evocados (PE) y, desde los años 80 del pasado siglo, con las técnicas de neuroimagen, como la tomografía por emisión de positrones (TEP) (Fig. 1.12), la resonancia magnética funcional (RMf) (Fig. 1.13) —que mejora a la anterior en que tienen una mayor resolución espacial y además no requiere de los trazadores radioactivos para su realización— y la magnetoencefalografía (MEG), técnicas todas ellas no cruentas y nada o poco (caso de la TEP) invasivas.

Las estrategias de contrastación descritas no son excluyentes unas de otras. En la investigación psicobiológica se utilizan de forma combinada a la hora de investigar cualquier aspecto relacionado con el comportamiento humano, como puede ser la propia conducta sexual tratada anteriormente o, por ejemplo, los estudios sobre drogadicción en el ámbito de Psicofarmacología, bien en humanos o a través de modelos animales (Fig. 1.14). Los equipos de investigación son interdisciplinarios así como las técnicas utilizadas. No obstante, en las distintas disciplinas de la Psicobiología es posible encontrar preferencias en la utilización de unas u otras estrategias de investigación. Así, por ejemplo, la Psicofisiología utiliza la intervención conductual, la Neuropsicología, la Genética del Comportamiento, la Sociobiología y la Etología, la aproximación correlacional. Otras disciplinas psicobiológicas, tales como la Psicología Fisiológica, la Psicobiología

del desarrollo o la Psicofarmacología, utilizan con más frecuencia la intervención somática.

En casi un siglo y medio, las Ciencias Biológicas, la Neurociencia, la Psicología científica, la Psicobiología, han cambiado radicalmente la idea que tenemos acerca de nosotros mismos. El cerebro, el órgano en el que se puede decir nos alojamos protegidos del mundo exterior por el duro cráneo que lo envuelve (y que sin embargo, no nos libra de nuestros miedos, fantasmas, ansiedades y muchos otros trastornos que en su interior se producen), nos está descubriendo poco a poco todos los circuitos y procesos que en su larga historia filogenética se han ido implementando en su interior para lograr una mejor representación del mundo exterior con el que tenemos que interactuar para satisfacer todas nuestras motivaciones, las que la filogenia ha creado para asegurar nuestra supervivencia y perpetuación, y las que nuestra vida y experiencia nos van generando al interactuar con un entorno eminentemente social. Al final, todo ello nos hace personas únicas, distintas a cualquier otra, que afrontamos la vida con diferente éxito según se hayan y hayamos combinado en nosotros todos los factores descritos. Esta es la savia que permea ya todas las disciplinas de la Psicología científica, aportando una perspectiva amplia y potente a cualquiera de los ámbitos en que se ejerza la práctica psicológica.