

EMOCIONES Y CEREBRO

CARLOS BELMONTE MARTÍNEZ *

* Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Instituto de Neurociencias, Universidad Miguel Hernández. 03550 San Juan (Alicante). carlos.belmonte@umh.es

PASIÓN Y RAZÓN

Son muchas las emociones que podemos experimentar los seres humanos. Algunas han sido llamadas ‘emociones ‘primarias’, como son el miedo, la ira, la alegría, la tristeza, el disgusto y la sorpresa, emociones que van acompañadas de patrones de conducta tales como respuestas faciales, motoras, vocales, endocrinas y autonómicas hasta cierto punto estereotipadas y que son reconocibles por encima de diferencias culturales y raciales en los seres humanos. Distinguimos también otras muchas emociones, como la envidia, la vergüenza, la culpa, la calma, la depresión y muchas más, que se denominan ‘emociones secundarias’, con un componente cognitivo más alto y que van además siempre asociadas a las relaciones interpersonales. Unas y otras constituyen sin duda parte esencial de nuestra vida, a la que confieren color y carácter. Mas aún, la alteración de los sistemas neurales de los que dependen las expresiones emocionales, provoca grandes trastornos de conducta. La mayoría de las enfermedades psiquiátricas son, sobre todo, alteraciones en el modo de experimentar las emociones.

A lo largo de la historia de la cultura, cognición y emoción han sido considerados procesos independientes y en cierta medida contrapuestos. Cada uno de ellos, en realidad engloba a muchos otros. Dentro de lo que llamamos de modo genérico ‘la cognición’ se incluyen la percepción, la memoria, la atención o la acción. El concepto de ‘emoción’ abarca también desde la experiencia subjetiva (el sentimiento) hasta las reacciones que llamamos vegetativas (sudoración, temblor, palidez) y motoras (gestos, posturas..).

Ya los griegos distinguían entre ‘Pasión’ y ‘Razón’, separando así el pensamiento de los sentimientos. En

la concepción de la mente (el alma) para el mundo griego y la posterior cultura judeocristiana, Razón y Pasión mantienen un cierto antagonismo. El intelecto superior debe controlar las pasiones, al ser éstas emociones desbocadas, que enturbian la capacidad de pensar con claridad y asociadas casi siempre al pecado y la culpa. No es sorprendente que, aún hoy, tienda a estudiarse científicamente la racionalidad o cognición, como un proceso separado e independiente de ‘la emoción’.

EL CEREBRO, ASIENTO DE LAS EMOCIONES

Solo en tiempos más recientes y gracias a las influyentes aportaciones de científicos y neurólogos como Joseph LeDoux y Antonio Damasio, se ha aceptado considerar que la consciencia no es el único elemento que ocupa la mente o, dicho de otro modo, que el cerebro, cuya operación produce lo que llamamos el pensamiento consciente, es igualmente el origen de las emociones. Aunque a primera vista pueda parecer que, en el caso de la cognición, el soporte físico del cuerpo es irrelevante, mientras que resulta fundamental para las emociones, cada vez se acepta más la interpretación de que tanto en la emoción como en la cognición, tras los componentes conscientes subyacen e interaccionan toda una serie de mecanismos cerebrales no conscientes (lo que Freud llamó premonitoriamente ‘el inconsciente’), que determinan de manera decisiva las características conscientes del pensamiento y la emoción.

En el estudio de las bases científicas de las emociones conviene recordar algunos principios, enun-

ciados por LeDoux que sirven para centrar el problema en términos abordables por la ciencia actual.

El primero es que lo que llamamos coloquialmente ‘emoción’ no se corresponde con un proceso cerebral separado e independiente, sino el resultado de múltiples mecanismos cerebrales que pueden ser distintos en emociones diferentes. Algo análogo a lo que ocurre con ‘la memoria’ o ‘la inteligencia’. En tal sentido debe tenerse en cuenta también que los componentes conscientes de las emociones, que denominamos ‘sentimientos’, como la alegría, el miedo o el amor, no son cualitativamente diferentes de las percepciones cognitivas como podrían ser la resolución de un problema matemático o la percepción de que el objeto en el que viajamos es un automóvil. Los mecanismos de procesamiento inconsciente que subyacen en ambos casos son diferentes, pero en los dos, la consciencia se produce cuando el mecanismo cerebral general del conocimiento consciente los capta e incluye en su función.

Un segundo principio importante es que los mecanismos cerebrales de conducta emocional, tales como los que se ponen en marcha durante el miedo, la búsqueda de alimento o el deseo sexual, aparecieron ya en estadios muy primitivos de la evolución animal y se han conservado en gran medida durante la evolución de los vertebrados, entre los que se cuenta el hombre. Las emociones conscientes se darían en aquellas especies animales que poseen consciencia. No es posible inferir si la emoción consciente que provoca una situación de miedo es percibida de modo igual por el hombre y un animal. No obstante, si los patrones de conducta que se evocan en tal situación, en el hombre y en la otra especie animal son iguales o muy semejantes, podemos asumir que una parte importante de los procesos cerebrales que determinan tal conducta son iguales en ambas especies. La mayoría de los componentes de las respuestas emocionales se ponen en marcha de manera no consciente. Como especuló acertadamente Freud, la consciencia es solo la parte final de un sistema de operaciones cerebrales mucho más amplio. Hay que señalar, además, que, al ser los mecanismos neurales de las emociones evolutivamente más primitivos que los de los procesos cognitivos, se ponen en marcha de manera inconsciente de un modo más inmediato que éstos. De ahí que los procesos cognitivos estén más

sometidos a las emociones que a la inversa y que puedan, en determinadas circunstancias, verse avasallados por éstas. Las emociones juegan, además, un papel importante en la determinación de conductas futuras y sus trastornos pueden dar lugar a graves alteraciones del comportamiento, de carácter patológico.

Finalmente, no hay razón para asumir *a priori* que los componentes conscientes de las emociones son más importantes que los inconscientes, para lo que parece es el objetivo, en términos de la evolución de los seres vivos, de la aparición de los mecanismos cerebrales de las emociones, y que no es sino la supervivencia de la especie a través de la evitación del peligro de lesión corporal o muerte, la consecución del alimento y la reproducción sexual. En tal dirección, tan importante o más son la taquicardia o las actitudes motoras defensivas que se ponen en marcha con la emoción de manera automática, y que ayudan decisivamente a la huida o la lucha del animal, como las percepciones conscientes de miedo. Por ello, el uso de modelos animales puede ser de gran utilidad para comprender como funcionan los mecanismos cerebrales de las emociones en el hombre, puesto que en una parte muy importante de sus bases cerebrales, no parecen existir diferencias cualitativas esenciales entre un caso u otro.

EL ESTUDIO CIENTÍFICO DE LAS EMOCIONES

El interés del hombre por la comprensión de los orígenes y causas de las emociones viene de antiguo. Hipócrates, cinco siglos antes de Cristo, decía que nuestra estabilidad emocional dependía del equilibrio de cuatro humores: sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra. De ahí que todavía conservemos el término *humor* para referirnos a nuestros estados de ánimo. Un exceso de bilis negra, por ejemplo, era para Hipócrates la causa de la depresión. Por eso se llamó a ésta también ‘Melancolía’, que viene de *melanos-* negro y *kolos*, bilis.

Se ha tardado siglos en aceptar que el cerebro es el asiento de nuestras funciones mentales, incluyendo las emociones, aunque tal concepto empieza a encontrarse ya en San Agustín o Leonardo da Vinci. Un paso cual-

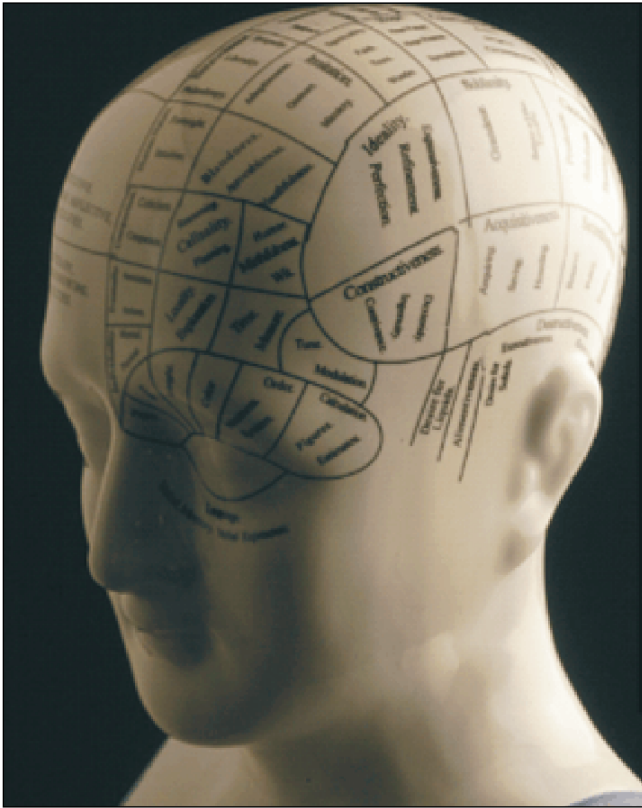


Figura 1. Modelo de cabeza de porcelana de N. L. Fowler, utilizado por los frenólogos para la localización de las distintas funciones cerebrales en la superficie del cráneo.

itativo de interés en el largo camino de la asociación entre cerebro y emociones lo represento sin duda Franz Joseph Gall, un científico que, ante la evidencia clínica de que las diferentes funciones cerebrales se localizaban en zonas diferentes del cerebro, asumió que tales regiones debían estar más o menos desarrolladas en los diferentes individuos según que poseyeran en mayor o menor medida determinados rasgos de personalidad. Gall avanzó la teoría de que tal desarrollo del cerebro se reflejaba también en la superficie del cráneo, que se abombaba más o menos en función de que bajo él se hubiera expandido tal o cual área cerebral vinculada a una determinada cualidad, lo que permitía su identificación por palpación del cráneo, consiguiendo con ello establecer el perfil de personalidad del sujeto. A esta peregrina ‘disciplina’ se la llamó frenología y de la mano de Gall y sus seguidores, adquirió un sorprendente desarrollo a finales del s.XIX (Figura 1).

En paralelo, los neurólogos iban adquiriendo conciencia de que determinadas áreas del cerebro tenían

que ver con las emociones. Un caso famoso, que contribuyó a extender este concepto fue el de Phineas Gage, un cantero al que el estallido accidental de un barreno disparó una barra que le perforó el cráneo, penetrando por la órbita del lado izquierdo y saliendo por la parte superior derecha, lo que destruyó su lóbulo frontal, pese a lo cual sobrevivió. Sin embargo, Gage, que había sido hasta entonces un hombre responsable, piadoso y considerado, se convirtió en una persona sin control de sus comportamientos sociales e incapaz de planificar una conducta útil para él o las personas que le rodeaban, poniéndose así en evidencia el importante papel que juega el cerebro en la determinación de los aspectos más ‘espirituales’ de la personalidad.

A principios pues del siglo XX, se imponía la evidencia de que las emociones se localizaban en el cerebro, un órgano que empezaba a revelarse como extraordinariamente complejo, gracias a los trabajos morfológicos de Santiago Ramón y Cajal. Los estudios de psicólogos y fisiólogos ponían también en evidencia dos elementos clave en la emoción: por un lado el componente subjetivo, que algunos llaman “sentimiento” (“feeling” en inglés) y por el otro la respuesta corporal, compuesta de una parte que llamamos vegetativa (sudoración, vasoconstricción o vasodilatación de los vasos sanguíneos de la piel, que producen, respectivamente, palidez o enrojecimiento, piloerección, temblor, etc) y otra respuesta motora, que da lugar a la expresión somática, gestual de las emociones (expresiones faciales, huida, gestos de protección, et..).

La interacción entre los dos grandes componentes de la emoción, el elemento cognitivo y el elemento vegetativo y motor, ha sido causa de grandes discusiones y diferentes teorías sobre como se organizan las emociones en el cerebro.

William James, un psicólogo americano, propuso en 1884 que las emociones no ocurrían primero a nivel cognitivo, para ir seguidas luego por su respuesta vegetativa, como la intuición nos sugiere, sino que el proceso ocurría en realidad exactamente al revés: la experiencia cognitiva de la emoción sería secundaria a su expresión fisiológica. En términos simples, cuando nuestro cerebro detecta, por ejemplo, una situación de peligro (vamos a ser atacados) ponemos en marcha las reacciones de huida o lucha (actividad motora,

taquicardia, etc.) a nivel inconsciente y son éstas las que dan lugar a la sensación consciente de miedo en otras zonas del cerebro; de acuerdo con esta visión, tenemos miedo porque huimos o sufrimos por que lloremos y no a la inversa. El danés Carl Lange refinó esta misma teoría, señalando que el sentimiento, el aspecto consciente de la emoción, ocurre después de que se hayan puesto en marcha los mecanismos automáticos de ésta. En contra de tal hipótesis está el hecho de que los sentimientos permanecen después de que los componentes somáticos de las emociones han desaparecido, cosa que no debería ocurrir si la aparición y persistencia de los procesos cerebrales conscientes dependieran de la activación de esos componentes fisiológicos de la emoción. Sin embargo es cierto que, por ejemplo, los lesionados medulares experimentan con menor intensidad de emociones que los sujetos cuyo cerebro está conectado con las áreas espinales que median las respuestas vegetativas.

EL SISTEMA LÍMBICO

Los argumentos en contra de la teoría de que la emoción es un proceso consciente, puesto en marcha por una respuesta periférica vegetativa y motora empezaron a surgir tras las observaciones de Walter Cannon, quien demostró que, en situaciones de emergencia, se produce una respuesta vegetativa y motora no específica, llamada 'reacción de alarma', tan estereotipada que no parecía probable que pudiera evocar toda la variedad de emociones que el hombre es capaz de experimentar.

Philip Bard, en 1928, trabajando en el laboratorio de Walter Cannon, realizó lesiones controladas que eliminaban los hemisferios cerebrales y una parte de los núcleos profundos del cerebro y observó que cuando la lesión preservaba la zona del mismo llamada el hipotálamo, se producía en el animal un cuadro denominado 'falsa rabia'. Este se caracterizaba porque, de manera espontánea o como resultado de un estímulo cutáneo inocuo, el animal desarrollaba todos el cuadro típico de un estado de cólera: Erizamiento del pelo, arqueado del lomo, exhibición de dientes, extrusión de las uñas, midriasis, taquicardia, subida de presión arterial etc..El nombre de 'falsa rabia' se debió a que pese a lo aparatoso de los gestos, el animal no

dirigía su agresión a ningún objeto externo, y una rata podía estar a su lado sin ser atacada.

Cuando la lesión afectaba también al hipotálamo, la respuesta de falsa rabia no aparecía, aunque se observaban algunos elementos descoordinados de la misma. Todo ello sugería que el hipotálamo caudal, preservado en el primer caso, era imprescindible para la expresión coordinada de conductas emocionales y que tal expresión era estereotipada e independiente de los elementos cognitivos conscientes de la emoción, que serían producidos por estructuras cerebrales más altas, incluyendo la corteza. Para P. Bard, el hipotálamo formaría parte de un 'sistema de supervivencia' incorporado al cerebro y dirigido a coordinar las respuestas anticipatorias de la 'reacción de alarma' descrita por Cannon, que se evocaban por las emociones intensas y que estarían dirigidas a movilizar los recursos energéticos, las actividades motoras y las adaptaciones vegetativas destinadas a aportar oxígeno y nutrientes de manera prioritaria a los músculos, el cerebro y el corazón, poniendo así en marcha las 'respuestas de lucha o huida' requeridas para la supervivencia del individuo en situaciones de emergencia. En resumen, la teoría de Cannon-Bard sobre las emociones establecía que unas zonas concretas del cerebro, particularmente el hipotálamo y el tálamo, eran las responsables de las respuestas emocionales integradas, proporcionando a la corteza cerebral la información requerida para poner en marcha los mecanismos cerebrales de consciencia de la emoción.

En años posteriores, Stephen W. Ranson y Walter Hess desarrollaron técnicas para la implantación de electrodos intracerebrales y el estímulo del hipotálamo en animales despiertos, con las que pudo probarse que diferentes partes del hipotálamo ponían en marcha patrones diferentes de conducta emocional, confirmando que en esta estructura se organizaban los circuitos neuronales básicos que integraban las conductas típicas de las emociones, a través de sus conexiones con otras áreas del tronco del encéfalo (como la formación reticular), que serían responsables de controlar separadamente los componentes aislados de las respuestas motoras y vegetativas, a través de los sistemas motor y autónomo, respectivamente.

La expresión motora de la emoción es, como veíamos antes, bastante estereotipada en los animales,

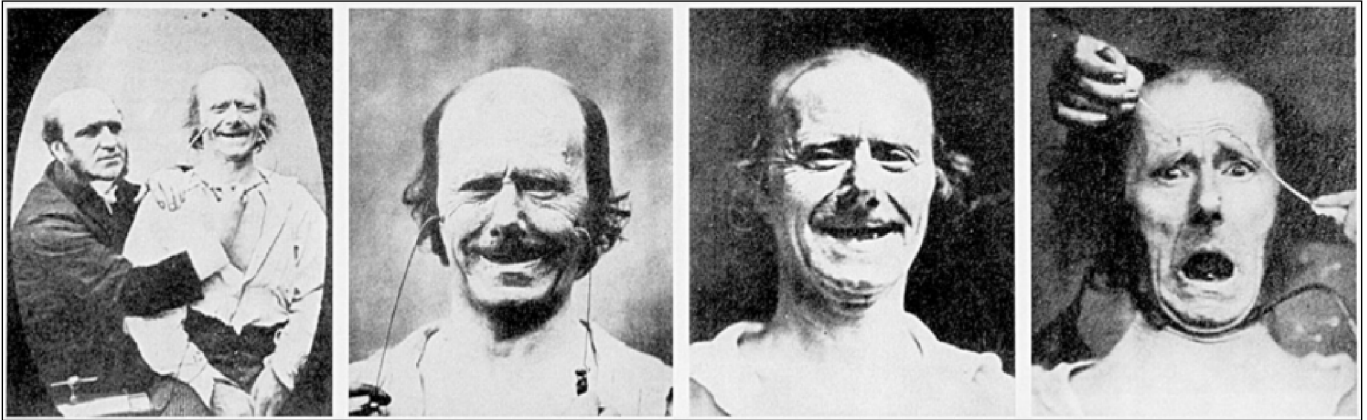


Figura 2. Experimento de Duchenne de Boulogne, mostrando como la contracción por estímulo eléctrico de determinados grupos musculares da lugar a expresiones de emoción similares a las evocadas de modo espontáneo.

pero también en el hombre, en el que la contracción coordinada de determinados músculos forma parte de la respuesta a la emoción. Esto había sido ya puesto en evidencia por un fisiólogo francés del siglo XIX, G-D. Duchenne de Boulogne, quien combinó la estimulación eléctrica de los músculos de la cara con la entonces incipiente fotografía, para mostrar como la contracción de determinados músculos faciales determina las expresiones de alegría, terror, asombro, etc (Figura 2). Así, la sonrisa de alegría, también llamada de Duchenne, combina la contracción de una serie de músculos de la cara que no pueden ser activados de manera voluntaria y que dependen de una vía nerviosa motora a cargo de la corteza motora accesoria en la corteza prefrontal, los ganglios de la base y las vías llamadas extrapiramidales, mientras que la sonrisa voluntaria se regula por otra vía separada, que desciende desde la corteza motora por la vía piramidal. Como resultado de esta dicotomía, puede ocurrir que la lesión de una u otra vía elimine la sonrisa involuntaria pero no la voluntaria o viceversa (paresia facial emocional y voluntaria, respectivamente).

Los experimentos que implicaban al hipotálamo en la coordinación de las respuestas emocionales se vieron pronto completados por datos experimentales más refinados, que evidenciaban la participación en la expresión emocional, de otras áreas cerebrales más altas. Basándose en las conexiones que observó entre el hipotálamo y otras áreas del cerebro, James Papez, en 1937, especuló que existían áreas del cerebro específicamente dedicadas a la emoción, que se correspondían fundamentalmente con lo que Broca había llamado el cerebro límbico, y que incluía las zonas de

aquel que rodeaban el cuerpo calloso, formadas por el gyrus cinguli, el gyrus parahippocámpico y la formación hipocámpica dentro de éste, todas ellas caracterizadas por su origen filogenético más antiguo, dentro de la evolución de la corteza cerebral (Figura 3). Papez propuso que era el el hipotálamo el que mandaba y recibía información del cerebro límbico y que el hipocampo actuaba como coordinador entre el hipotálamo y las cortezas cingular y parahippocámpica. A favor de la interpretación de que existía un cerebro emocional se adujeron en 1939 las observaciones de dos científicos, Heinrich Klüver y Paul Bucy, quienes, para tratar de localizar en qué zona del cerebro del mono actuaba la droga alucinógena mescalina, hicieron extirpaciones de zonas cerebrales concretas y

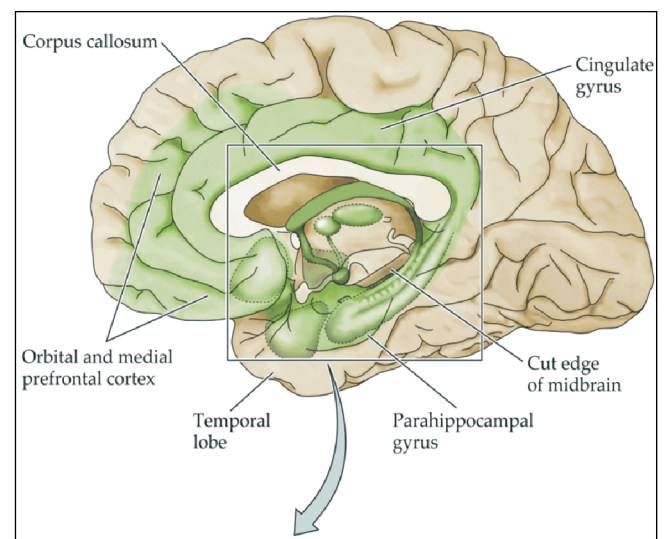


Figura 3. Esquema de las áreas cerebrales implicadas en la conducta emocional.

observaron que, al eliminar en los monos una zona del cerebro temporal que incluía la formación hipocámpica, la amígdala y otras zonas no límbicas del lóbulo temporal, los animales, incluso aunque hubieran sido antes particularmente agresivos, se volvían mansos, tenían ceguera psíquica (es decir, no distinguían los objetos), se metían cualquiera de ellos en la boca, perdían por completo el miedo al experimentador o a elementos particularmente aterradores para su especie como son las serpientes, desarrollaban una conducta sexual hiperactiva y dirigida a toda clase de objetos y experimentaban múltiples otros cambios emocionales. Este cuadro, llamado hoy síndrome de Klüver-Bucy, se pudo también observar, con variantes, en pacientes que habían sufrido lesiones bilaterales del lóbulo temporal y representó un apoyo decisivo a la hipótesis de que el cerebro límbico era el cerebro emocional.

Tal idea fue adaptada y ampliada veinte años más tarde por Paul McLean, que recogió todas las ideas de sus predecesores y desarrolló una teoría global sobre el cerebro emocional, intentando conjugar la importancia del hipotálamo en la expresión emocional, con la de la corteza en la experiencia emocional. Introdujo la idea de que el rinencéfalo, la parte filogenéticamente primitiva del cerebro a la que pertenece en parte el cerebro límbico, en los animales inferiores constituye un cerebro visceral, encargado de las conductas instintivas y los impulsos básicos necesarios para la supervivencia del individuo y la especie. Tal archipallium se mantiene intacto en los mamíferos superiores, aunque

en éstos se añadiría las partes más modernas del cerebro (el neocórtex) responsables de la conducta racional. Según él, el hipocampo sería la estructura central en la que se elaborarían las experiencias emocionales, expresándolas a través del hipotálamo y el sistema nervioso autónomo, que produciría los componentes vegetativos y motores de la emoción. McLean propuso que las alteraciones psiquiátricas de carácter emocional estaban causadas por lesiones de este ‘sistema límbico’ anatómicamente basado en el circuito de Papez, con el añadido de la amígdala cerebral, el septum y la corteza prefrontal. Finalmente desarrolló la idea de que existen tres cerebros separados (teoría del cerebro ternario), de origen progresivamente más moderno (reptil, paleomamífero y neomamífero) cada uno con un funcionamiento muy autónomo, su propia inteligencia, memoria y sentido del tiempo. Solo en los mamíferos superiores (primates y hombre) estarían presentes los tres cerebros, mientras que las aves, reptiles, anfibios y peces solo tendrían el ‘cerebro reptil’. El cerebro paleomamífero lo constituiría, básicamente, el sistema límbico (Figura 4).

LA AMÍGDALA CEREBRAL

Los intentos de teorización integradora, tendían sin duda a simplificar la realidad, pretendiendo dar unidad a funciones y mecanismos cerebrales que podrían ser diferentes en las diferentes emociones. Mientras tanto, la experimentación y la clínica iban acumulando información que permitía precisar, de modo más objetivo, qué estructuras cerebrales participaban en algunos procesos emocionales y cómo lo hacían.

Así, los análisis más refinados de los experimentos de Klüver y Bucy pusieron en evidencia que una parte de los síntomas que sus lesiones producían, se debían a daño de áreas cerebrales implicadas en la visión y que estructuras como los cuerpos mamilares, el hipocampo y los núcleos talámicos anteriores, no intervenían en realidad en las respuestas emocionales, mientras que una zona situada en la porción anteromedial del lóbulo temporal, delante del hipocampo, la amígdala cerebral, tenía un papel muy importante en la regulación de tales conductas emocionales. En ese sentido, resultaron fundamentales los trabajos de John Downer, que extirpó en *maccacus Rhesus* la amígdala de un lado,

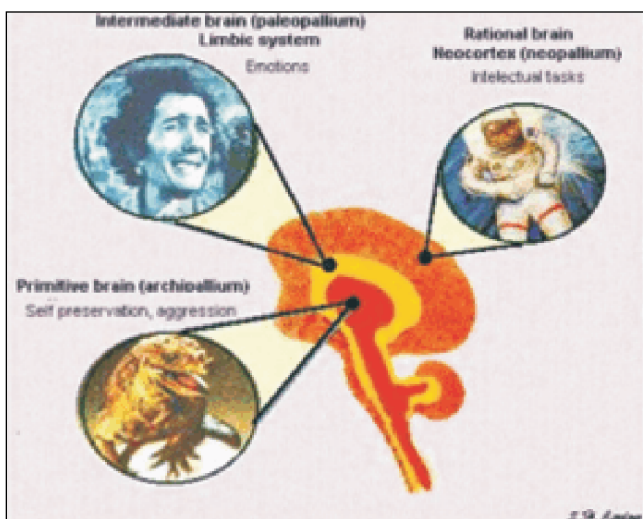


Figura 4. Teoría del “cerebro ternario” de McLean.

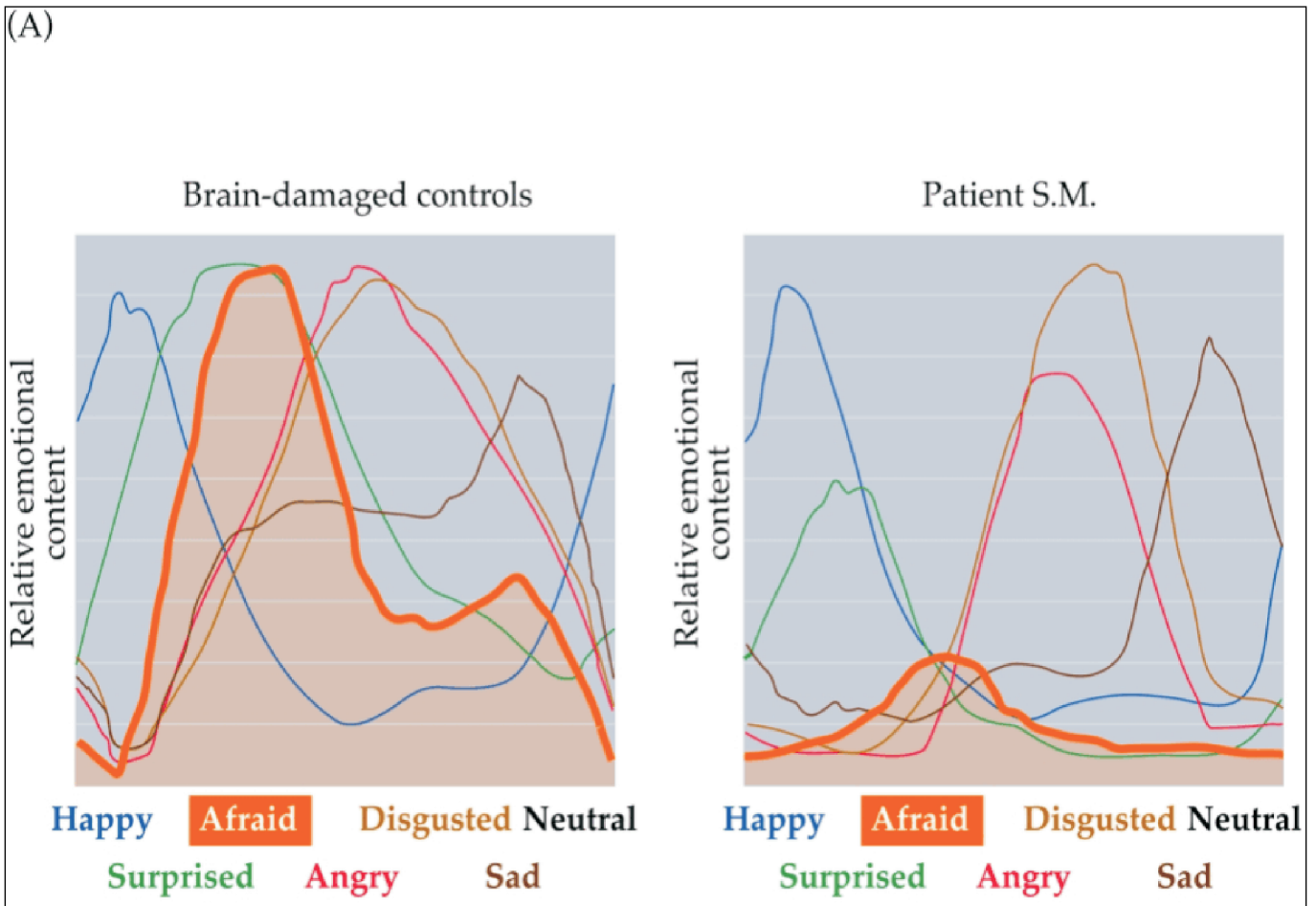


Figura 5. Carencia de respuesta emocional de miedo (línea naranja) de la paciente S.M., con una lesión bilateral de la amígdala, a la exhibición de caras con gestos que evocan en sujetos normales o con otras lesiones cerebrales, una reacción emocional de miedo.

desconectando al tiempo los dos hemisferios cerebrales, de modo que la información visual se podía hacer llegar separadamente a uno u otro, careciendo de amígdala uno de los lados. Cuando el animal veía el mundo a través del hemisferio sin amígdala, por tener el ojo que proyectaba al otro hemisferio tapado, se comportaba de manera plácida, similar a los animales con el síndrome de Klüver-Bucy. Si veía, sin embargo, con el ojo del lado conectado al hemisferio con amígdala, el animal actuaba agresivamente. Eso solo ocurría con estímulos visuales, pues si se tocaba al mono sin que éste viera al mismo tiempo, respondía de modo agresivo, independientemente del lado estimulado, indicando que las proyecciones nerviosas táctiles a la amígdala son bilaterales. Estos experimentos pusieron en evidencia que la amígdala, una estructura que contiene unos núcleos basolaterales que conectan con la corteza cerebral, especialmente con la corteza prefrontal orbital y medial, unos núcleos centrales y

anteriores, conectados con el hipotálamo y el tronco del encéfalo y unos núcleos mediales, conectados con el bulbo y la corteza olfatorias, sirve de conexión entre corteza e hipotálamo y es un gran centro de convergencia de información sensorial, cortical y visceral, cuya actividad varía acusadamente durante la conducta emocional.

La evidencia experimental de que la amígdala juega un importante papel en la integración de las respuestas emocionales agresivas, ha llevado a los experimentadores más modernos a utilizar el miedo como paradigma experimental. En sujetos normales en los que se registra la actividad de la amígdala utilizando técnicas de imagen cerebral, puede verse que esta estructura se activa cuando se enseñan a los sujetos caras con expresiones agresivas o de terror. Por otro lado, los pacientes con una rara enfermedad que calcifica la amígdala muy selectivamente, sin afectar a

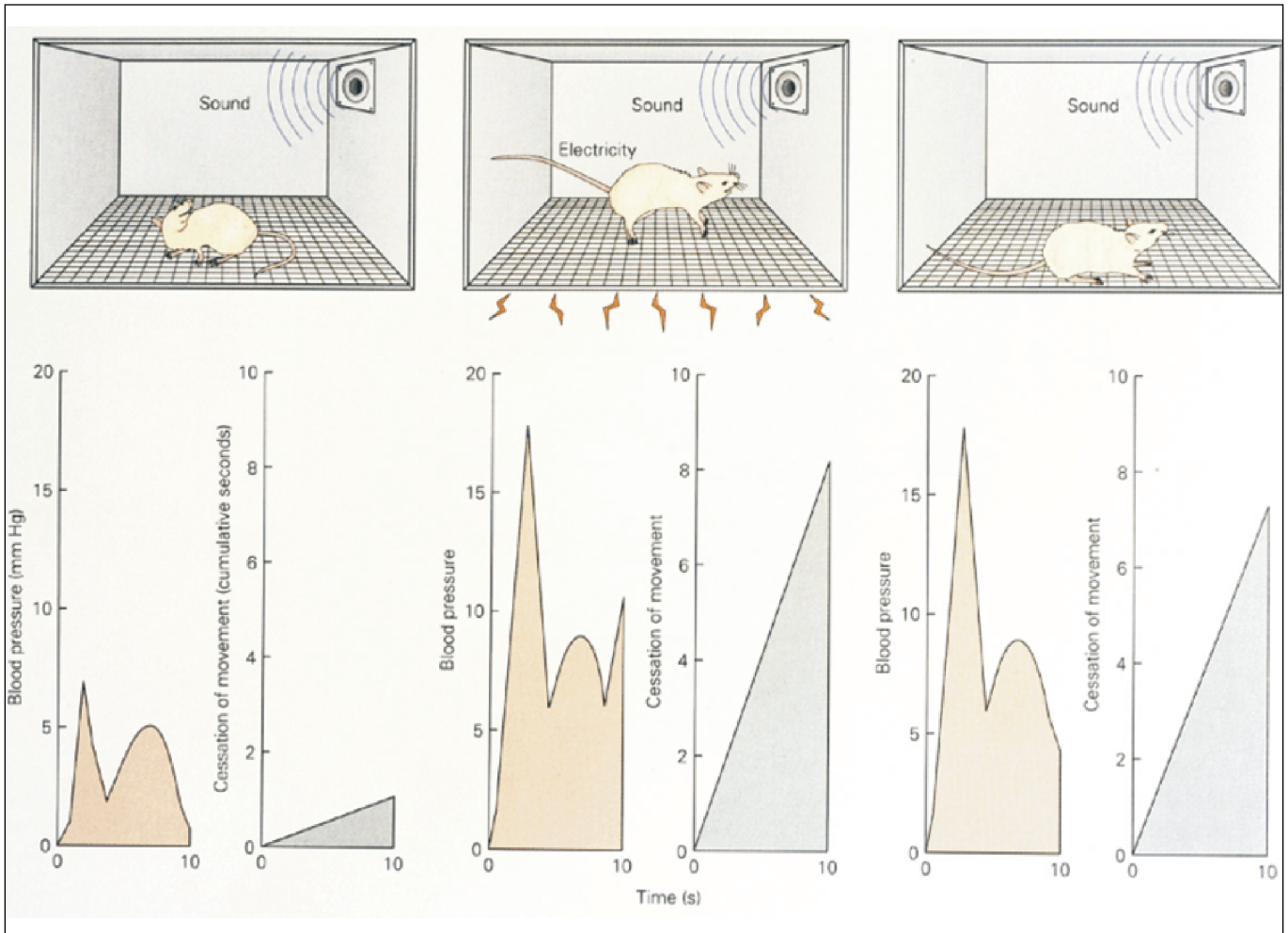


Figura 6. Dispositivo experimental empleado para generar una respuesta condicionada de miedo en la rata. Cuando un sonido (figura de la izquierda) que por sí solo no causa una respuesta de miedo se repite acompañado de un choque eléctrico que sí que evoca tal respuesta (subida de presión arterial e inmovilidad, figura central), su aplicación aislada (figura de la derecha) provoca tal respuesta de miedo (Ledoux, 1994)

otras estructuras cerebrales, llamada la enfermedad de Urbach-Wiethe, no experimentan emociones de miedo al serles presentadas las mismas caras y son incapaces de hacer un esquema que muestre una expresión de terror, aunque sí pueden representar otras emociones (Figura 5). Por otro lado, cuando se ha podido estimular eléctricamente la amígdala en pacientes despiertos durante operaciones de cirugía cerebral, éstos han descrito sensaciones de aprensión y miedo.

En el terreno experimental, quizás ha sido Joseph LeDoux quien más ha contribuido experimentalmente en los últimos años, a la comprensión del papel de la amígdala en las reacciones de miedo. Para ello ha utilizado ratas, en las que creaba miedo condicionado a base de asociar un sonido con choque eléctrico, y en

las que se medía la presión arterial así como la 'paralización' motora como síntomas de miedo. Cuando, tras varias sesiones de condicionamiento, la rata oía el tono, sin estímulo eléctrico, se paralizaba y su presión arterial subía (Figura 6). En estos animales, LeDoux y colaboradores han ido trazando, mediante registros de la actividad eléctrica en distintas zonas del cerebro, las áreas de éste que se activan con el estímulo de miedo, demostrando que, como era lógico, las primeras excitadas eran las vías auditivas desde el cuerpo geniculado medial hasta la corteza, existiendo conexiones directas entre aquel y los núcleos basolaterales de la amígdala e indirectas a éstos a través de la corteza cerebral. La información del shock eléctrico también llega a los núcleos amigdalinos. En la amígdala, finalmente, se elaboran las respuestas endocrinas, conduc-

tuales y motoras que caracterizan la respuesta emocional integrada.

La amígdala juega también un papel muy importante en el aprendizaje de las conductas emocionales. Una conducta emocional de gran trascendencia, es el llamado 'condicionamiento de contexto', que se refiere al aprendizaje de las conductas que empujan al animal a ponerse más frecuentemente en contacto con aquellos estímulos que son importantes para el mantenimiento de la especie (comida, sexo), aprendiendo a aumentar los contactos con los entornos que le proporcionan una recompensa (nutritiva, sexual o de drogas de abuso). Para lograr este objetivo, la constelación de estímulos que identifican a un entorno en el que se obtiene la recompensa, se asocia a ésta. Tal asociación tiene lugar en los núcleos basolaterales de la amígdala. Ello ocurre a través de un mecanismo sináptico, posiblemente dependiente del neurotransmisor glutamato y sus receptores NMDA, que hace que cuando se da una coincidencia en el tiempo de la llegada a unas neuronas determinadas de la amígdala, a través de sus conexiones sinápticas, de la información del estímulo neutro (el sonido) con la información nociceptiva del estímulo eléctrico, produce un reforzamiento sináptico de modo que después basta una activación de cualquiera de ellos para activar esas neuronas. Estas, a través de sus conexiones con la corteza y el hipotálamo, darán lugar a los sentimientos conscientes por un lado y las respuestas vegetativas y motoras por otro. Este proceso tiene seguramente un carácter general, de modo que en la amígdala, los estímulos sensoriales neutros, que pueden ser externos o internos y agradables o desagradables pueden dar lugar al proceso de aprendizaje asociativo.

NEOCORTEX Y EMOCIONES

La participación del lóbulo frontal y concretamente de la corteza frontomedial en el desarrollo de las conductas emocionales, se conocía desde el famoso caso de Phineas Gage y los experimentos de Klüver y Bucy a los que antes aludíamos. Precisamente basándose en esta observación, el neuropsicólogo portugués Egas Moniz, con la ayuda de un neurocirujano, el Dr. Almeida Lima, planteó destruir zonas localizadas de la corteza orbitofrontal en pacientes psiquiátricos agi-

tados y agresivos, obteniendo resultados que parecieron espectaculares en unos tiempos donde los manicomios y la camisa de fuerza eran las únicas alternativas terapéuticas. Sin embargo, la aparición en estos pacientes de cambios profundos en su personalidad, tales como falta de iniciativa, de planificación de las consecuencias de la conducta y desaparición de inhibiciones, además de déficits intelectuales cuando la cirugía se extendió inaceptablemente al lóbulo frontal, junto a la aparición de psicofármacos, hizo que se abandonara esta práctica, que le valió, sin embargo, un posiblemente prematuro e injustificado premio Nobel a su promotor.

Los estudios en pacientes con lesiones de zonas discretas de las áreas orbital y medial de la corteza prefrontal han permitido establecer que existen conexiones recíprocas de estas áreas con la amígdala y el hipocampo, de modo que los estímulos con contexto emocional de acuerdo con circuitos innatos o adquiridos por aprendizaje, actúan sobre la amígdala, pero las conexiones con la corteza prefrontal, el lóbulo temporal anterior y el hipocampo permiten que estas puedan activar esos mismos circuitos sin estímulos externos, por ejemplo, a través de la imaginación y la memoria explícita de aquellos. También sirve para reducir o eliminar las respuestas emocionales reflejas. Si una sombra que nos ha parecido algo amenazador provoca taquicardia y sensación de miedo, la identificación consciente de que tal imagen es inocua, detiene la respuesta automática emocional. En general, estas conexiones son fundamentales para la elaboración de conductas emocionales complejas, que conllevan un juicio de valor de la situación y una medida de las consecuencias de nuestras acciones para, poder realizar decisiones racionales que nos resultan ventajosas. Pero además, constituyen la base de los sentimientos, que como antes decíamos son el componente consciente de la emoción.

La distribución de los diferentes elementos de la emoción entre ambos hemisferios cerebrales no es simétrica. Por ejemplo, el hemisferio cerebral derecho está implicado en la comprensión y expresión de los aspectos afectivos del lenguaje y los elementos corporales de la expresión emocional, de modo que la mitad izquierda del cuerpo, que es la que controla este hemisferio, expresa las emociones en mayor medida y esto se pone en evidencia porque los músculos de ese

lado de la cara, reflejan en grado mas acusado la emoción que la mitad derecha de ésta. Por otra parte, los pacientes con lesiones en el hemisferio izquierdo pierden en cierto grado la capacidad de experimentar sentimientos positivos y en ellos los cuadros depresivos son mucho mas graves.

La experiencia emocional tiene profundas interacciones con los aspectos racionales de la conducta. Sus alteraciones, como consecuencia de lesiones de la corteza cerebral prefrontal medial y orbitaria implicada en la emoción o de lesiones de la amígdala, se manifiestan por la incapacidad de los sujetos que las padecen para hacer juicios y valoraciones adecuadas de situaciones sociales complejas. Como señala Damasio, la toma de decisiones implica, a nivel cerebral, una rápida representación mental de la serie de posibles situaciones y de las consecuencias vinculadas a tal decisión y en ese proceso se activarían los componentes emocionales de las alternativas eva-

luadas, jugando éstas así un papel importante en la elección de la decisión más ventajosa.

Las enfermedades cerebrales del afecto, es decir, aquellas alteraciones psiquiátricas en las que están implicados de manera preeminente los sentimientos de tristeza o felicidad, afectan, en periodos distintos de la vida, a más de un 10% del conjunto de la población. La depresión o la enfermedad bipolar (alternancia de depresión y manía) son cuadros clínicos que reflejan una afectación de los circuitos cerebrales de la emoción. Aunque estos circuitos están originalmente dirigidos a regular la conducta motivacional de los animales, a fin de recompensar aquellas conductas que favorecen la supervivencia y la reproducción, sus alteraciones se exteriorizan en forma de enfermedades del afecto, uno de los problemas de salud mas graves que afrontan los hombres y mujeres de los países desarrollados en el mundo de hoy.