

JAIME VILA CASTELLAR

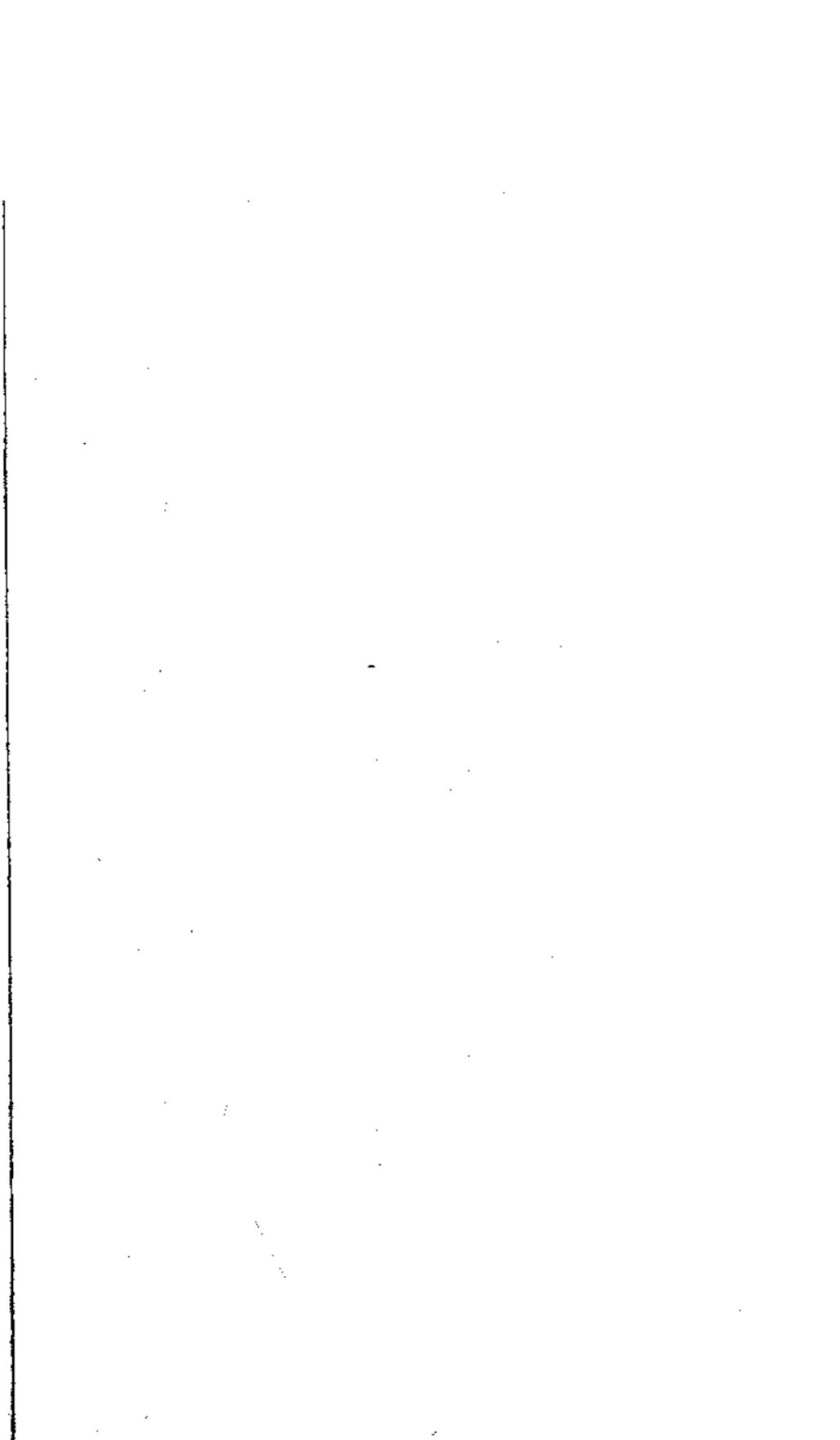
**NEUROCIENCIA AFECTIVA:
ENTRE EL CORAZÓN Y EL CEREBRO**



DISCURSO DE APERTURA
UNIVERSIDAD DE GRANADA
CURSO ACADÉMICO 2016-2017

7.

032
066 (7)



13

Vertical line of text or a mark, possibly a page number or a reference indicator.

**NEUROCIENCIA AFECTIVA:
ENTRE EL CORAZÓN Y EL CEREBRO**

1

JAI ME VILA CASTELLAR
CATEDRÁTICO DE PERSONALIDAD,
EVALUACIÓN Y TRATAMIENTO PSICOLÓGICO
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE GRANADA

**NEUROCIENCIA AFECTIVA:
ENTRE EL CORAZÓN Y EL CEREBRO**

DISCURSO DE APERTURA
UNIVERSIDAD DE GRANADA
CURSO ACADÉMICO 2016-2017

© Jaime Vila Castellar

© UNIVERSIDAD DE GRANADA

CATEDRÁTICO DE PERSONALIDAD, EVALUACIÓN
Y TRATAMIENTO PSICOLÓGICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA.

LECCIÓN INAUGURAL. APERTURA CURSO ACADÉMICO 2016-2017.

Edita: Secretaría General de la Universidad de Granada.

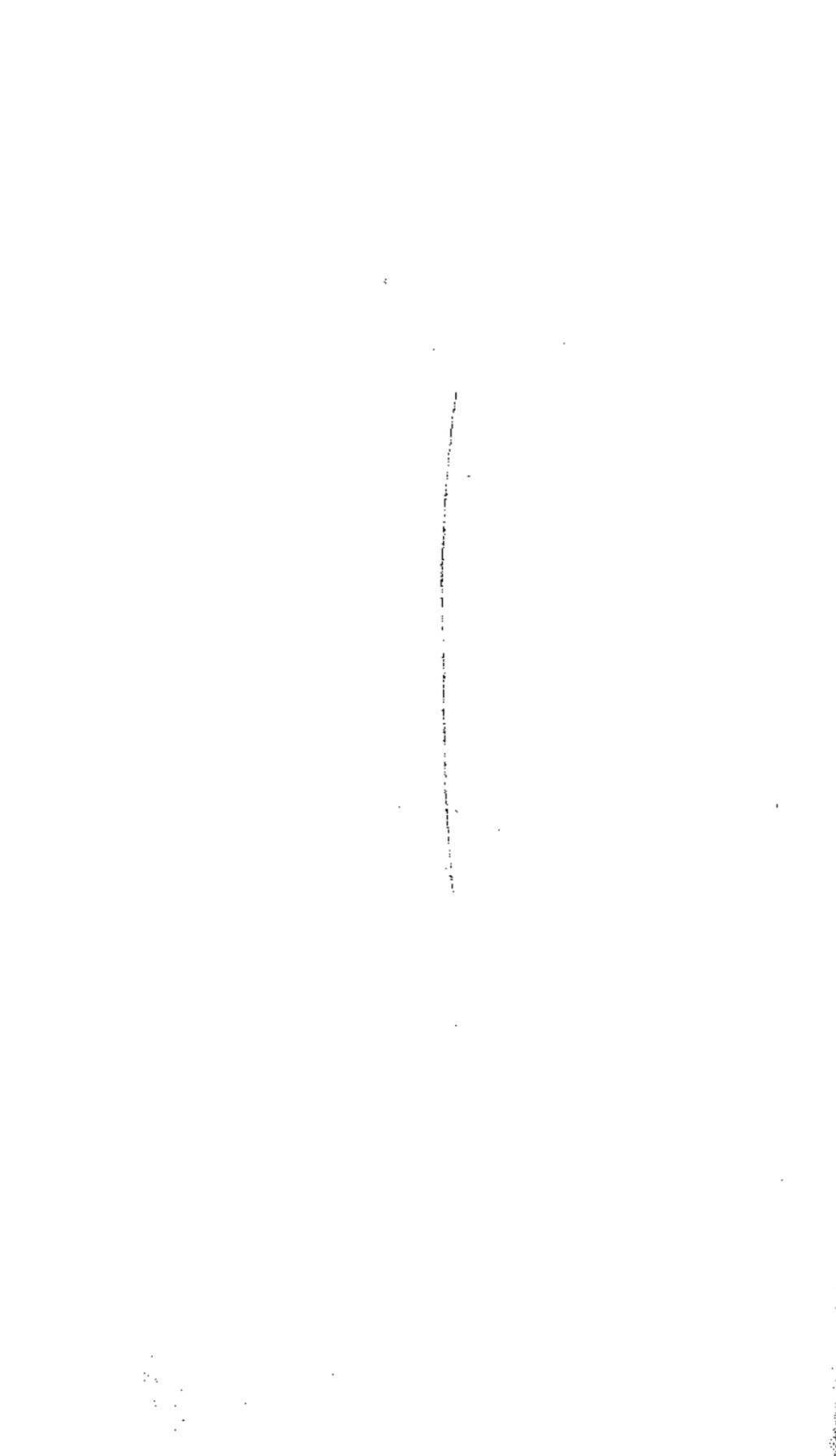
Imprime: Gráficas La Madraza.

Printed in Spain

Impreso en España

Excma. y Magnífica Sra. Rectora
Excmas e Ilustrísimas Autoridades
Compañeros/as del Claustro Universitario
Sras. y Sres.

Hace poco más de cuarenta años, la Universidad de Granada apostó por los estudios de Psicología. Desde entonces, nuestra Universidad ha seguido apostando y confiando en esta rama del saber, lo que ha permitido que en el momento actual la Psicología en Granada se haya consolidado y expandido a través de la Facultad y del Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento, convirtiéndose en un importante referente científico nacional e internacional. Quiero que mis primeras palabras sean de agradecimiento a todos los miembros del Claustro Universitario que confiaron en nosotros y, de forma muy particular, al Catedrático de Filosofía Pedro Cerezo Galán, a nuestros anteriores rectores y sus equipos de gobierno, así como a nuestra actual rectora, Pilar Aranda. A ella, además, agradezco su invitación a impartir esta primera lección del curso 2016-2017.



1. EL ESTUDIO CIENTÍFICO DE LA EMOCIÓN: UN ESCENARIO DIVIDIDO.

La Psicología es el estudio del comportamiento humano, entendiendo por comportamiento la actividad de los organismos en relación con el medio físico y social que les rodea. Esta actividad en el caso humano incluye lo que hacemos, pensamos y sentimos. La emoción —lo que sentimos— constituye una parte esencial de nuestro comportamiento. Es ese aspecto cualitativo de la conducta, lo que da calor y color a los que hacemos y pensamos. No es de extrañar, por tanto, que la emoción haya sido un tema de interés capital desde los mismos inicios de la Psicología científica.

1.1 Los primeros planteamientos

Los primeros planteamientos científicos sobre la emoción se encuentran en tres de los considerados padres de la Psicología moderna: Charles Darwin, Wilhelm Wundt y William James. Sus aportaciones, en la segunda mitad del siglo XIX, han marcado el rumbo y gran parte de los problemas que ha abordado la investigación posterior sobre la emoción hasta nuestros días. Darwin, en su libro de 1872 “La expresión de las emociones en el hombre y los



animales”, defendía un planteamiento modular de las emociones en cuanto entidades discretas -el miedo, la ira o la tristeza- que se diferencian unas de otras por tener características específicas. Además, defendía la universalidad de las emociones, compartida con otros animales, que su principal función es ayudar a la supervivencia (del individuo y de la especie), y que su estudio científico debía centrarse en los comportamientos expresivos del rostro, el cuerpo y la voz, esto es, la conducta externa. Wundt, por su parte, en su libro de 1874 “Compendio de Psicología”, proponía un planteamiento dimensional frente al planteamiento modular de Darwin. Las emociones se diferencian por ocupar posiciones diferentes en tres grandes dimensiones comunes para todas ellas: la dimensión de agrado-desagrado (valencia), la dimensión de activación-relajación (intensidad o arousal) y la dimensión de alivio-tensión (control). Además, defendía el método introspectivo como la vía más apropiada para el estudio de las emociones humanas resaltando su aspecto subjetivo accesible solo a través de la auto-observación y el lenguaje. Por último, William James, sin duda, la figura más influyente a lo largo de la historia de la investigación sobre las emociones. Su planteamiento, formulado en un artículo de 1884 publicado en una revista de filosofía (*Mind*) y que lleva por título “¿Qué es una emoción?”, es un planteamiento que hoy llamaríamos neurocientífico en sentido estricto. James, profesor de Fisiología en la Universidad de Harvard y posteriormente profesor de Psicología y Filosofía, no duda en identificar la emoción con la cualidad de la conducta, pero la explicación que ofrece es una explicación totalmente neurofisiológica:

la emoción es la percepción por parte de la corteza cerebral de los cambios viscerales y somáticos que se producen ante situaciones externas percibidas como relevantes para la supervivencia. James asume el planteamiento modular de Darwin, entendiendo que cada emoción discreta tiene un patrón de cambios fisiológicos específicos y, por tanto, distintos de otras emociones. Además, defiende la metodología de registro fisiológico como la vía más apropiada para avanzar en el conocimiento de las emociones.

En este escenario inicial ya quedan perfilados los grandes temas que han perseguido y enfrentado a los investigadores a lo largo del siglo XX y que para muchos constituyen parte de los obstáculos que han dificultado el progresivo avance en el estudio de la emoción: modularidad (patrones específicos) frente a dimensionalidad (variables continuas), universalidad (determinantes biológicos) frente a particularidad (determinantes sociales y culturales) y fisiología frente a introspección (cognición) y conducta. A estos tres grandes temas con posturas contrapuestas hay que añadir el problema de la definición. El título del artículo de James de 1884, “¿Qué es una emoción?”, ha seguido y sigue produciendo debates acalorados entre los especialistas. El último, apenas hace unos meses en el Foro de la Sociedad Internacional de Investigación sobre la Emoción (ISRE, 2016) en torno a la definición operacional, tanto de las emociones llamadas básicas -el miedo, la ira o la tristeza- como de las emociones llamadas sociales -la vergüenza, el orgullo, la culpa, la compasión o el amor-

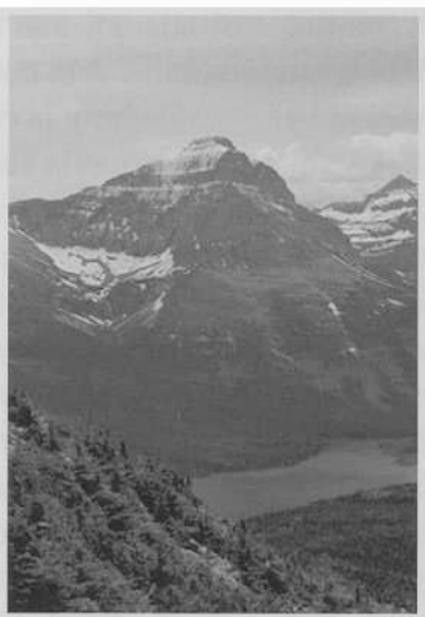
1.2 El debate James-Cannon

Las dificultades en el estudio de la emoción quedan ilustradas en el debate que se produjo años más tarde entre los defensores de la teoría de William James (Neuman, Perkins y Wheeler, 1930) y el fisiólogo Walter Cannon (1931) después de la muerte de James en 1910. James (1842-1910) y Cannon (1871-1945), pese a llevarse casi treinta años, compartieron muchas cosas. Ambos estudiaron en la misma Universidad (Harvard), en la misma Facultad (Medicina), fueron profesores en el mismo Departamento (Fisiología) y tuvieron una buena relación de profesor-alumno. Además, compartían intereses académicos y extra-académicos similares: su interés por el estudio científico de la emoción y su afición por la naturaleza. Quiero resaltar este último aspecto, al que me referiré de nuevo al final de la lección. William James, siendo todavía estudiante de Medicina, se unió a una expedición científica por el río Amazonas dirigida por el naturalista Louis Agassiz. Durante los ocho meses que permaneció en Brasil, aparte de sufrir una infección de viruela que casi le deja ciego, dedicó la mayor parte de su tiempo a realizar dibujos de los nativos y a escribir cartas a su familia. Su talento para el dibujo es evidente, así como su afición al arte y la pintura, con referencias frecuentes en sus escritos a cuadros famosos, como el de la Ascensión de la Virgen de Tiziano, comentado en su artículo de 1884. En el caso de Walter Cannon, su afición por la naturaleza le llevó a coronar por primera vez, junto con su mujer recién casados, uno de los montes más altos del Parque Nacional de

los Glaciares entre Estados Unidos y Canadá, el Monte de las Cabras (Goat Mountain), posteriormente denominado el Monte Cannon. Cannon fue un científico de laboratorio, pero también una persona comprometida con su tiempo. Fue amigo personal de Juan Negrín, el catedrático de Fisiología de la Universidad Central de Madrid (actualmente Universidad Complutense) y Presidente de la República durante la Guerra Civil Española. Cannon apoyó activamente la causa de la República defendiendo su legalidad y ayudando a los fisiólogos españoles durante el exilio.



Dibujo de W. James



Monte Cannon

James y Cannon, sin embargo, mantuvieron planteamientos totalmente opuestos con respecto a las emociones y su bases neurofisiológicas. La teoría de James, resumida

por el propio Cannon (1931), asume los siguientes pasos: (a) los estímulos ambientales son captados por los receptores sensoriales y transmitidos a la corteza cerebral, (b) la corteza cerebral envía señales a través del sistema nervioso autónomo y somático para activar las vísceras y los músculos, y (c) la actividad de las vísceras y los músculos es captada por los receptores interoceptivos y propioceptivos, y transmitida de vuelta a la corteza cerebral, produciéndose en ese momento la emoción. La teoría de Cannon, por el contrario, asume los siguientes pasos: (a) los estímulos ambientales son captados por los receptores sensoriales y transmitidos al tálamo, una estructura sub-cortical, (b) el tálamo envía señales a la corteza cerebral, siendo la interacción entre el tálamo y la corteza la que produce la emoción, y (c) el tálamo envía señales a través del sistema nervioso autónomo y somático a las vísceras y los músculos para proporcionar energía y producir acciones adaptativas, pero no proporciona feedback al cerebro. En la teoría de James, la emoción requiere respuestas corporales: sentimos miedo o alegría porque nuestro cuerpo reacciona de forma diferente ante la presencia de peligro o de seguridad. Cada emoción tiene un patrón específico de respuestas. En la teoría de Cannon, la emoción es un proceso exclusivamente cerebral: sentimos miedo o alegría porque nuestro cerebro capta (sabe) que la situación es de peligro o de seguridad. Las respuestas corporales son inespecíficas: solo proporcionan energía de acuerdo con una única dimensión de intensidad. Se trata de dos planteamientos fisiológicos contrapuestos: el de James es periferalista y el de Cannon centralista, James defiende la especificidad y Cannon la di-

mensionalidad, James pone el peso explicativo en lo fisiológico y Cannon en lo cognitivo.

1.3 Influencias posteriores de James y Cannon

Las críticas de Cannon a la teoría de James (James-Lange), fundamentadas en estudios fisiológicos realizados en animales y humanos sobre el nulo o escaso efecto que los cambios viscerales tienen sobre el sistema nervioso central, fueron consideradas por muchos investigadores como demoledoras de la teoría de James. La propuesta de Cannon de que las respuestas fisiológicas periféricas solo contribuyen a la emoción proporcionando energía fue tomando cuerpo poco a poco dando lugar hacia la mitad del siglo XX a una nueva teoría: la Teoría General de la Activación (Lindsley, 1951). A ello contribuyó el descubrimiento unos años antes de la electroencefalografía (el registro de la actividad eléctrica del cerebro) por Hans Berger en 1929 y del sistema reticular de activación ascendente en el tronco del cerebro por Magoun y Moruzzi en 1949. Todo parecía indicar que las respuestas fisiológicas periféricas y centrales se activaban y desactivaban siguiendo un continuo de intensidad y donde las emociones se podían situar en cualquier punto del continuo. La teoría, además, postulaba que existía una relación curvilínea entre activación y conducta, con un punto óptimo para la ejecución y el rendimiento hacia la mitad del continuo y dos puntos extremos (ejemplificados por el sueño y las emociones intensas) donde la conducta desaparecía (el sueño) o se deterioraba (emociones intensas).

Paralelamente, las críticas de Cannon favorecieron la investigación de nuevas estructuras cerebrales implicadas en la emoción. El papel central que Cannon atribuyó al tálamo se fue ampliando al hipotálamo (Bard), el hipocampo (Papez, MacLean), la amígdala (Davis, LeDoux), la corteza cingulada y la corteza prefrontal (Damasio), entre otras estructuras, hasta ir completando lo que Joseph LeDoux (1996) ha llamado la rueda de la emoción, que prácticamente incluye a todo el cerebro. Este énfasis en el papel del sistema nervioso central en las emociones contribuyó al surgimiento y consolidación de las teorías cognitivas de la emoción. Según estas teorías, la clave de la respuesta emocional y de su componente cualitativo está en la atribución (Schachter, Mandler) o valoración (Arnold, Lazarus) que nuestro cerebro hace de la situación y de nuestras respuestas corporales. Tal vez el ejemplo más representativo de teoría cognitiva vinculada a Cannon sea la teoría del arousal-cognición de Schachter y Singer (1962) según la cual, para sentir una emoción concreta hacen falta dos componentes: (a) un nivel de activación fisiológica indiferenciada y (b) una atribución cognitiva de dicha activación a una situación relevante del ambiente.

Sin embargo, las críticas de Cannon no impidieron que surgieran nuevos planteamientos teóricos basados en datos que conectaban mejor con la propuesta de James. En primer lugar, las críticas de John Lacey (1967) a la Teoría General de la Activación parecían ser tan demoledoras de esta teoría como las que Cannon había formulado a la teoría de James. Según Lacey, las repuestas fisiológicas, tanto periféricas como centrales, muestran patrones de variación

complejos que no sustentan la idea de una dimensión única de activación. En segundo lugar, hay casos concretos, como el del reflejo barorreceptor, donde el incremento en un sistema fisiológico (la presión sanguínea) va acompañado de decrementos en otros sistemas (la frecuencia cardíaca y la actividad cerebral), desconfirmando no solo la idea del continuo de activación general sino también la idea de Cannon de que los cambios viscerales no proporcionan feedback al sistema nervioso central (Reyes de Paso y cols., 2009). A estos datos hay que añadir el surgimiento de las teorías del feedback facial entre los años 60 y 90 del siglo pasado (Tomkins, 1962; Izard, 1974; Ekman, 1992). Estas teorías significaron el rescate de la idea de James de que el feedback que llega al cerebro y que contribuye a la experiencia emocional, no solo procede del sistema nervioso autónomo –el foco de las críticas de Cannon– sino también del sistema nervioso somático, esto es, de la musculatura implicada en las expresiones emocionales, fundamentalmente la cara, en la línea del planteamiento evolucionista de Darwin y su énfasis en la función adaptativa de la comunicación emocional a través del rostro y la voz.

1.4 En busca de un marco de referencia integrador

El escenario que acabamos de dibujar revela un campo de investigación dividido, con posturas contrapuestas que lejos de facilitar han dificultado el avance en el conocimiento. A ello hay que añadir las dificultades inherentes al hecho de intentar sobrevivir en un contexto nada propicio al estudio de la emoción, la revolución conductista durante

la primera mitad del siglo XX y la revolución cognitiva durante la segunda mitad. Sin embargo, desde hace apenas unas décadas el panorama ha cambiado. El interés por la emoción ha vuelto curiosamente de forma silenciosa, sin producir ningún cambio paradigmático traumático. El interés es general. Un factor clave ha sido, sin duda, el avance en las nuevas tecnologías de registro fisiológico tanto de medidas periféricas como de medidas centrales (los potenciales evocados, la cartografía cerebral, la magnetoencefalografía, la resonancia magnética funcional), lo que ha propiciado el desarrollo creciente de la neurociencia cognitiva. En el ámbito de la neurociencia afectiva, sin embargo, el reto al que ahora nos enfrentamos es el de la integración de planteamientos teóricos y metodológicos que, lejos de ser contrapuestos, pueden y deben ser integrados: modularidad y dimensionalidad, periferalismo y centralismo, universalidad y particularidad, fisiología y cognición, biología y cultura.

El panorama un tanto desolador que hemos descrito, donde los datos no terminan de confirmar ninguna de las posturas contrapuestas, ha propiciado el surgimiento de alternativas que podríamos calificar de rupturistas. El constructivismo es una de ellas (Barret, 2006; Lindquist, 2013). La idea básica del constructivismo es que las emociones no constituyen entidades naturales que puedan ser estudiadas con indicadores biológicos. No existen respuestas fisiológicas específicas asociadas a las diferentes emociones, como postulaba James, ni tampoco circuitos cerebrales anatómica y funcionalmente asociados a ellas, como postulaba Cannon. Las emociones son construcciones de

nuestro cerebro y de nuestra mente en base a factores sociales y lingüísticos, sin una base neurofisiológica real. Esta idea parece olvidar que no es el cerebro el que construye la realidad sino que es la realidad la que construye (ha construido) el cerebro. O que no somos nosotros los que tenemos (construimos) nuestras emociones sino que son las emociones las que en muchas ocasiones nos tienen (nos construyen) a nosotros. Es la herencia que nos ha dejado la evolución (Panksepp, 2007).

1.5 El modelo bio-informacional de Peter Lang

Uno de los pocos intentos de elaborar un marco de referencia realmente integrador, surgido en los últimos años, es el que ha desarrollado un investigador vinculado estrechamente a la Universidad de Granada, el Profesor Peter Lang (1995). El Profesor Lang fue investido Doctor Honoris Causa por nuestra Universidad en el año 2007, precisamente por su continua y desinteresada colaboración docente e investigadora con la Facultad de Psicología. El punto de partida de este marco conceptual es definir las emociones como disposiciones para la acción, siguiendo la propuesta de otro investigador, Nico Fridja, y vincular las emociones con los mecanismos motivacionales primarios (el sistema defensivo y el sistema apetitivo), ambos necesarios para la supervivencia. El miedo, por ejemplo, predispone a la huida, la ira predispone a la lucha, la alegría predispone a acercarnos a los otros. En este marco, emoción y motivación son procesos estrechamente relacionados aunque no se confunden. Comparten la misma raíz, la idea de movi-

miento, pero el movimiento es diferente. En el caso de la emoción, el prefijo 'e' indica que es un movimiento de dentro a fuera –como en la palabra emigración- pero de dentro a fuera del cuerpo, refiriéndose por ejemplo a las lágrimas que salen de nuestros ojos, al sudor que sale de nuestra piel o a la sangre que enrojece nuestras mejillas (sangre, sudor y lágrimas). En el caso de la motivación, el movimiento es un movimiento instrumental dirigido a conseguir metas, como obtener alimentos, evitar peligros o alcanzar logros académicos o políticos. Las emociones contribuyen a la motivación pero no se confunden con ella.

En este marco de referencia, las emociones se estructuran de forma jerárquica, con un nivel inferior donde predominan los componentes emocionales específicos dependientes del contexto –distintos dentro de una misma emoción-, un nivel intermedio donde aparecen las categorías emocionales –programas de predisposición comunes para cada emoción- y un nivel superior donde predominan las grandes dimensiones emocionales compartidas por todas las emociones –valencia (agradable-desagradable), arousal (relajado-activado) y control (dominado-dominador). Según el modelo, las emociones se activan cuando se activan determinadas redes de información emocional en el cerebro y cuando éstas se conectan con los sistemas motivacionales primarios, el apetitivo o el aversivo. El modelo, además, promueve la integración de las diferentes medidas de la emoción utilizadas por los investigadores –lingüísticas, conductuales y fisiológicas- y el desarrollo de metodologías de investigación para poderlas medir y estudiar en el laboratorio. Entre estas metodologías destaca (a) un

conjunto de librerías de estímulos visuales, auditivos y lingüísticos (IAPS, IADS y ANEW) calibrados psicométricamente teniendo en cuenta el contexto socio-cultural de cada laboratorio y (b) un paradigma para el registro fisiológico de medidas periféricas y centrales basado en la modulación de reflejos defensivos (el reflejo de sobresalto y la respuesta cardíaca de defensa). Los datos que voy a comentar a continuación sobre las emociones negativas y positivas se sitúan dentro de este marco de referencia integrador.

1

2. EMOCIONES NEGATIVAS: PELIGRO Y DEFENSA

El miedo y la ansiedad son las típicas reacciones emocionales ante la presencia de peligro o amenaza. Su función adaptativa es la de facilitar las respuestas fisiológicas defensivas del organismo, como la inmovilidad, el sobresalto o la respuesta de lucha o huida. Son emociones que ayudan a la supervivencia. No obstante, si estas reacciones son excesivamente intensas o prolongadas, o se producen ante situaciones que no suponen un peligro real, terminan siendo destructivas, convirtiéndose en un riesgo para la salud tanto física (trastornos relacionados con el estrés) como psicológica (trastornos de la ansiedad). Los avances recientes en la neurofisiología del miedo y la ansiedad proceden principalmente de investigaciones con animales y humanos examinando las reacciones defensivas ante estímulos que señalizan peligro como, por ejemplo, un ruido intenso e inesperado (Davis, 1992; LeDoux, 1996; Bradley y Lang, 2007). Los dos reflejos defensivos más investigados hasta la fecha han sido el reflejo motor de sobresalto y la respuesta cardíaca de defensa. En este apartado nos vamos a centrar en la respuesta cardíaca de defensa, una respuesta defensiva del corazón que tiene una larga tradición en la investigación psicofisiológica.

2.1 Aproximaciones tradicionales a la defensa cardíaca

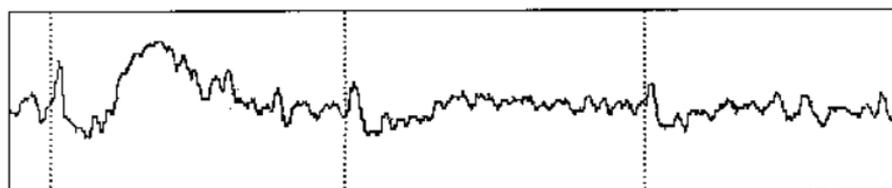
Los antecedentes históricos del concepto de defensa fisiológica están enraizados, por una parte, en las investigaciones de Pavlov (y otros reflexólogos rusos) sobre los reflejos de orientación y defensa y, por otra, en los trabajos de Cannon sobre la respuesta de lucha o huida. Ambos representan dos formas diferentes de entender la defensa: una cognitiva y otra emocional. En la aproximación cognitiva, el reflejo de defensa se entiende como una defensa perceptiva o atencional, en oposición al reflejo de orientación. Nos defendemos de un estímulo aversivo o doloroso disminuyendo la sensibilidad de los receptores sensoriales (el símil de cerrar los ojos). En la aproximación emocional, el reflejo de defensa se entiende como una defensa activa preparatoria de acciones defensivas (el símil de luchar o huir). Ambas tradiciones, sin embargo, mantenían unos mismos supuestos: (1) que el principal componente fisiológico de la defensa es la actividad del corazón y del sistema cardiovascular (un incremento en la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea), justo lo contrario del reflejo de orientación (en la tradición cognitiva) o del estado de relajación (en la tradición emocional), (2) que el reflejo podía ser producido por cualquier tipo de estimulación aversiva o intensa, independientemente de su modalidad sensorial (ruidos, luces intensas, calambres dolorosos), (3) que el reflejo no mostraba habituación o que su habituación era lenta y (4) que el mecanismo fisiológico que producía la respuesta era la activación de la rama simpá-

tica del sistema nervioso autónomo. Lo que diferenciaba ambas aproximaciones era la significación psicológica de la respuesta: cognitiva (rechazo atencional) frente a emocional (miedo). Las investigaciones a las que me voy a referir a continuación, realizadas muchas de ellas en nuestro laboratorio, han ido desconfirmando sistemáticamente cada uno de estos supuestos.

2.2 La respuesta cardíaca de defensa

- El patrón de la respuesta

La idea de que la defensa cardíaca es una aceleración y que el reflejo de orientación es una desaceleración todavía se repite en muchos libros y artículos sobre los reflejos psicofisiológicos. Sin embargo, desde los años 40 existen informes que cuestionan esta idea. El primer autor que la cuestionó fue precisamente un estudiante de Cannon, Bond, quien en 1943 –dos años antes de la muerte de Cannon- publicó un artículo en el que describía en perros y gatos un patrón de cambios cardíacos complejos ante ruidos intensos –el disparo de una pistola- con una primera aceleración seguida de una desaceleración inmediata y una segunda aceleración de mayor duración seguida de otra desaceleración más tardía (Bond, 1943). Este mismo patrón fue descrito por primera vez en humanos a finales de los años 70 (Turpin y Siddle, 1978; Vila y Beech, 1978) y desde entonces confirmada en numerosos estudios (Vila y cols., 2007).



Respuesta Cardíaca de Defensa ante tres ruidos intensos (líneas verticales)

- *Características del estímulo elicitor*

Cuatro parámetros estimulares se han investigado con relación a la defensa cardíaca (Fernández, 1986; Ramírez y cols., 2005): modalidad sensorial, intensidad, duración y tiempo de subida (risetime). Cuando se comparan modalidades sensoriales diferentes (ruidos, luces y calambres), igualadas en intensidad subjetiva, se desconfirma la idea de que la defensa cardíaca es evocada por cualquier modalidad sensorial que sea suficientemente intensa. Las modalidades auditiva y electrocutánea la evocan fácilmente, incluso con intensidades moderadas. La modalidad visual nunca. La duración del estímulo (entre 50 y 1000 milisegundos) es un factor clave: duraciones inferiores a 500 milisegundos disminuyen la amplitud de la primera aceleración-desaceleración haciendo desaparecer la segunda aceleración-desaceleración, mientras que el tiempo de subida del estímulo (entre 0 y 240 milisegundos) no afecta al patrón de la respuesta.

- *Habitación y deshabitación*

La repetición del estímulo auditivo resulta en una rápida habitación del patrón de la respuesta. El segundo componente acelerativo-desacelerativo prácticamente desaparece

después de la primera presentación del estímulo. El primer componente también habitúa, pero más lentamente. Sin embargo, el patrón completo de la respuesta se puede recuperar o deshabituarse fácilmente si se modifica la cualidad o modalidad sensorial del estímulo (por ejemplo, de ruido blanco a grito humano o de estímulo auditivo a calambre), o si se incrementa el intervalo temporal entre los estímulos (Mata y cols., 2006; Guerra, 2007).

- Mediación fisiológica: Influencias simpáticas y parasimpáticas

Cuando la respuesta cardíaca de defensa se examina latido a latido registrando simultáneamente indicadores específicos del sistema nervioso simpático (como el período de pre-eycción o el tiempo de tránsito del pulso), se comprueba que la rama simpática no solo no interviene en la primera aceleración-desaceleración, sino que sus influencias van en la dirección contraria: inhibición simpática durante la aceleración y activación simpática durante la desaceleración. Las influencias simpáticas solo aparecen durante la segunda aceleración-desaceleración. Por otra parte, cuando se examinan las influencias parasimpáticas utilizando indicadores específicos (como la arritmia sinusal respiratoria o el reflejo barorreceptor) se comprueba que, efectivamente, la primera aceleración se debe a una inhibición parasimpática, y la subsecuente desaceleración, a una activación parasimpática. Las influencias vágales aparecen también durante la segunda aceleración-desaceleración. Por tanto, a lo largo de la defensa cardíaca van apareciendo sucesivamente todas las combinaciones posibles del espacio au-

tonómico simpático-parasimpático: (1) co-inhibición simpática y parasimpática durante la primera aceleración, (2) co-activación simpática y parasimpática durante la primera desaceleración y (3) reciprocidad simpático-parasimpática durante la segunda aceleración y segunda desaceleración (Fernández y Vila, 1989; Reyes del Paso y cols., 1993). Estos datos, que coinciden con los informados por Bond en 1943 en perros y gatos, desconfirman el supuesto de la mediación exclusivamente simpática de la defensa cardíaca.

- *Significación psicológica: Atención*

La aproximación cognitiva a la defensa cardíaca -defendida, entre otros, por Eugene Sokolov, John Lacey y Francis Graham- entiende que el reflejo de defensa está relacionado con un mecanismo psicológico de disminución del procesamiento sensorial (lo contrario del reflejo de orientación). En términos de la teoría de la aceptación-rechazo de John Lacey (1967), la defensa cardíaca debería ir acompañada de una disminución de la atención externa (cerrar los ojos) y de un incremento de la atención interna (elaboración cognitiva). Varios estudios han puesto a prueba esta hipótesis superponiendo la evocación de la respuesta cardíaca de defensa con tareas cognitivas de atención interna y externa, por ejemplo, haciendo que el participante presione una tecla siguiendo el encendido y apagado de una luz cada segundo (atención externa), frente a presionar la tecla cada vez que percibe sus latidos cardíacos (atención interna), o realizando una tarea de búsqueda visual de una letra en una matriz de letras en la pantalla del ordenador (atención externa), frente a realizar una tarea de búsqueda

en memoria de una letra dentro de un conjunto de letras previamente memorizado (atención interna). La confirmación de la hipótesis debería mostrar una disminución de la defensa cardíaca durante la tarea de atención externa y un aumento de la defensa cardíaca durante la tarea de atención interna. En todos los casos, no solo se desconfirmó esta predicción sino que se confirmó la predicción contraria. El patrón de la defensa cardíaca se incrementaba solo cuando los sujetos estaban realizando la tarea de atención externa (Vila y cols., 1997; Ramírez y cols., 2010). En otras palabras, la reacción defensiva del corazón ante un estímulo que señala peligro, como un ruido fuerte inesperado, parece requerir que abramos los ojos y prestemos atención a lo que está ocurriendo, no que los cerremos.

- Significación psicológica: Emoción

La aproximación emocional a la defensa cardíaca entiende que la respuesta del corazón es una respuesta preparatoria de acciones defensivas (tipo lucha o huida) ante un estímulo que señala peligro y que, por tanto, provoca miedo. Desde esta aproximación, se espera que la respuesta cardíaca se vea incrementada cuando la respuesta se evoca estando la persona en un estado emocional aversivo o de miedo. Por el contrario, la respuesta debería verse disminuida cuando la persona se encuentra en un estado emocional placentero o relajado. Varios estudios han puesto a prueba esta hipótesis (hipótesis del priming motivacional) superponiendo la evocación de la respuesta defensiva a la visualización de fotografías de estímulos fóbicos o aversivos, frente a la visualización de estímulos placenteros

o neutros. Los resultados de estos estudios confirman de forma consistente la potenciación de la respuesta defensiva cuando los participantes observan estímulos fóbicos (serpientes, arañas, sangre), mientras que la respuesta disminuye cuando observan estímulos placenteros y neutros (Sánchez y cols., 2009). Sin embargo, el resultado más sorprendente de estos estudios es que el incremento de la respuesta va acompañado de una transformación del patrón aceleración-desaceleración-aceleración-desaceleración. Se observa, por el contrario, un único patrón acelerativo muy incrementado, desapareciendo la primera desaceleración. Estos resultados confirman, por tanto, la significación emocional de la defensa cardíaca pero, al mismo tiempo, plantean dudas sobre la significación de la desaparición de ese componente desacelerativo.

- Diferencias individuales

La investigación sobre la defensa cardíaca ha mostrado desde los primeros estudios la existencia de importantes diferencias individuales en el patrón de la respuesta (Vila y Beech, 1978; Eves y Gruzelier, 1984). Utilizando análisis de cluster, se han podido identificar cuatro patrones: (1) el patrón típico aceleración-desaceleración-aceleración-desaceleración, (2) un patrón predominantemente acelerativo sin la primera desaceleración, (3) un patrón predominantemente desacelerativo sin la segunda aceleración y (4) un patrón con solo la primera aceleración y vuelta a la línea de base. Estos patrones diferenciales se han relacionado con varios factores biológicos y psicológicos. El segundo componente acelerativo está aumentado en mujeres fóbicas.

cas durante la fase premenstrual, en hombres comparado a mujeres, en personas con altas puntuaciones en preocupación crónica e inestabilidad emocional y en pacientes diagnosticados de trastorno de ansiedad (Vila y cols., 2007). Un hallazgo interesante ha sido la diferencia observada en el patrón de la respuesta entre los pacientes con ansiedad generalizada y las personas con alta preocupación crónica- que tienden a mostrar el patrón 2 (una única aceleración sin la primera desaceleración)- y los pacientes con fobias específicas y personas con alta ansiedad subclínica- que tienden a mostrar el patrón 1 (aceleración-desaceleración-aceleración-desaceleración)-.

2.3 Cerebro y corazón

Los datos sobre la significación atencional y emocional de la defensa cardíaca, descritos anteriormente, dejan claro que en la respuesta defensiva intervienen tanto factores atencionales como emocionales pero, en contra de la hipótesis del rechazo atencional (Sokolov, Lacey, Graham), los datos apuntan a que lo que se está produciendo es precisamente lo contrario, un incremento de la atención hacia los estímulos externos. Confirmar definitivamente esta hipótesis implica averiguar qué está ocurriendo en el cerebro cuando se evoca la respuesta cardíaca de defensa. En un estudio reciente de Andreas Keil y colaboradores (2010) se utilizó un tipo de potencial cortical evocado para estudiar precisamente esto: el potencial evocado visual de estado estable (ssVEP). Este tipo de potencial permite analizar la actividad cerebral de las zonas occipitales del cerebro en un

único ensayo, esto es, sin necesidad de repetir el estímulo. La tarea consistía en presentar el ruido blanco para evocar la respuesta cardíaca y, en tres momentos durante la evocación de la respuesta (a los 5 segundos, a la 20 segundos y a los 45 segundos), presentar una imagen parpadeante con una frecuencia de 12,5 Hz y 5 segundos de duración. La imagen podía ser aversiva (una persona envuelta en llamas, o una persona de espaldas apuntando con una pistola a su propia cabeza) o neutra (la misma imagen sustituyendo la persona en llamas por un bidón de gasolina en llamas, o la persona con la pistola por la misma persona con un secador del pelo en la misma posición). Los resultados muestran un incremento de la activación de las zonas occipitales del cerebro durante la evocación de la respuesta defensiva mayor cuando la imagen es aversiva que cuando es neutra, siendo a su vez mayor a los 5 segundos (coincidiendo con la primera desaceleración) que a los 20 segundos (coincidiendo con la segunda aceleración) y a los 45 segundos (coincidiendo con la segunda desaceleración). El corazón y el cerebro estaban sincronizados para mostrar simultáneamente una respuesta defensiva y un aumento del procesamiento visual del estímulo aversivo.

2.4 La dinámica del miedo: La cascada defensiva

La descripción de la defensa cardíaca como un patrón complejo de cambios cardíacos con componentes acelerativos y desacelerativos, con influencias tanto simpáticas como parasimpáticas y con significación psicológica tanto atencional como emocional, deja claro el carácter dinámi-

co de las reacciones defensivas, obvio cuando se estudian las respuestas en contextos naturales. Los investigadores que han estudiado las reacciones defensivas en animales en contextos naturales, como la presencia de un depredador, resaltan que las respuestas defensivas siguen una secuencia dinámica o cascada de respuestas, con fases iniciales en las que predominan los factores atencionales, dirigidos detectar y analizar el peligro potencial, y fases posteriores en las que predominan las acciones defensivas de lucha o huida (Blanchard y Blanchard, 1989; Fanselow, 1994). El miedo, por tanto, está asociado a diferentes respuestas defensivas—inmovilidad, huida, lucha—cuya secuencia dinámica depende de la proximidad espacial y temporal del peligro, de que existan o no vías de escape, así como del éxito o fracaso en afrontar las fases iniciales del peligro.

El patrón complejo de cambios cardíacos que caracteriza a la respuesta defensiva del corazón debe entenderse dentro de esta perspectiva naturalista. Los dos componentes acelerativos y desacelerativos secuenciales parecen reflejar la manifestación de las dos fases defensivas secuenciales observadas en contextos naturales: (a) una primera fase defensiva atencional, relacionada con la primera aceleración-desaceleración, dirigida a interrumpir la actividad presente, detener el movimiento y analizar el peligro potencial, y (b) una segunda fase defensiva motivacional, relacionada con la segunda aceleración-desaceleración, dirigida a la preparación de las acciones defensivas de lucha-huida, seguida de recuperación si no ocurre ningún peligro real.

Este proceso secuencial, no obstante, puede alterarse si el estímulo elicitador de la respuesta defensiva va precedido de señales de peligro o amenaza - como cuando se presentan imágenes fóbicas antes del ruido intenso- o cuando la persona se encuentra previamente en un estado emocional negativo -como en el caso de pacientes con ansiedad generalizada o personas con preocupación crónica-. En estos casos, el patrón de la respuesta cambia, convirtiéndose en una única aceleración cardíaca sin la desaceleración después de la aceleración inicial. Este cambio topográfico de la respuesta parece sugerir que la primera fase atencional se ha transferido a los estímulos de peligro presentados previamente o al estado de ansiedad anticipatoria pre-existente, adelantándose la segunda fase preparatoria de las acciones defensivas al momento en el que aparece el estímulo de peligro. Este adelanto de la segunda fase defensiva cumpliría la función de facilitar acciones adaptativas más rápidas, pero a expensas, en el caso de los pacientes con ansiedad generalizada y personas con preocupación crónica, de mantener activado el sistema motivacional defensivo de forma continua.

2.5 Miedo, ansiedad, defensa y estrés

Desde este planteamiento, en el que las emociones negativas se vinculan con el sistema motivacional de defensa, es posible clarificar conceptos utilizados muchas veces de forma imprecisa en la literatura clínica y científica. Me refiero a los conceptos de miedo, ansiedad, defensa y estrés. El miedo y la ansiedad son las emociones que acompañan

a la percepción de peligro o amenaza. La diferencia entre miedo y ansiedad radica en el tipo de peligro o amenaza. El miedo requiere la presencia de un estímulo específico (la serpiente o el claxon del coche a punto de atropellarnos), mientras que la ansiedad se activa ante los estímulos contextuales donde se anticipa la aparición del peligro (caminar de noche por una zona insegura). Por su parte, las reacciones defensivas, como la respuesta cardíaca de defensa, son respuestas fásicas, momentáneas, del sistema motivacional de defensa que cumplen la función de proteger al organismo ante el peligro y que pueden tener diferentes formas (sobresalto motor, defensa cardíaca, inmovilidad, lucha, huida). Las respuestas defensivas no son emociones, pero las emociones, como el miedo y la ansiedad, están estrechamente vinculadas a ellas y al sistema motivacional que las sustenta (el defensivo). Por último, el estrés. Tampoco es una emoción ni una respuesta defensiva. El estrés puede definirse como el estado de activación mantenida del sistema motivacional de defensa. La diferencia entre defensa y estrés es el carácter momentáneo (fásico) frente a mantenido (tónico) del sistema defensivo. Un estado mantenido de activación de este sistema implica una variedad de respuestas defensivas continuamente o intermitentemente activadas, incluyendo respuestas neurales, endocrinas e inmunitarias, que se sabe contribuyen a largo plazo al deterioro de la salud tanto física como psicológica.



1

3. EMOCIONES POSITIVAS: SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

El estudio científico de las emociones positivas ha sido más difícil que el estudio de las emociones negativas. A pesar de la popularidad creciente de la llamada psicología positiva y del interés por la inteligencia emocional, lo cierto es que los avances sobre los mecanismos neurofisiológicos que subyacen a las emociones positivas, así como a su auto-regulación, son todavía muy limitados. Parte del problema procede de lo que se conoce como sesgo de negatividad que parece haber afectado también a la investigación: los organismos estamos más preparados para atender y defendernos de posibles peligros (emociones negativas) que para atender y acercarnos a estímulos placenteros y que proporcionan seguridad (emociones positivas).

Los datos son muy consistentes. De las 5 emociones que la mayoría de los investigadores en el campo de la emoción consideran básicas –ira, miedo, asco, tristeza y felicidad- solo una corresponde a una emoción positiva (Ekman, 2016). El sesgo de negatividad es también evidente cuando se estudia el conflicto aproximación-evitación tanto en animales como en humanos (Miller, 1944; Boyd y cols., 2011). El gradiente de evitación –la fuerza con la que inten-

tamos evitar una situación que es al mismo tiempo aversiva y placentera- es mucho mayor que el gradiente de aproximación –la fuerza con la que intentamos acercarnos a dicha situación-. Este mismo efecto se observa en la distribución de los estímulos emocionales que se utilizan en los laboratorios para estudiar las emociones (Bradley y Lang, 2007). El Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS), un conjunto de más de 1000 fotografías en color, reproduce el sesgo de negatividad cuando las fotografías afectivas se distribuyen en el espacio bidimensional formado por las dimensiones de valencia (agradable-desagradable) y arousal (relajado-activado). El brazo aversivo –donde se sitúan las imágenes desagradables- es mucho más inclinado y mucho menos disperso que el brazo apetitivo –donde se sitúan las imágenes agradables-. La consecuencia de esto es que existen muchas menos imágenes agradables que sean altamente activantes que imágenes desagradables (igualmente activantes), lo que dificulta el estudio de las emociones positivas utilizando la misma metodología de visualización de imágenes y la modulación de reflejos que hemos visto en el caso de las emociones negativas.

3.1 Nuevas vías de estudio de las emociones positivas. El Apoyo Social

La literatura científica sobre los efectos del apoyo social en la salud es también muy consistente. Los datos confirman una y otra vez que las personas que tienen más y mejores redes de apoyo social tienen un riesgo menor de sufrir muerte y enfermedad que las personas que no las tienen,

incluso controlando estadísticamente otros muchos factores de tipo médico, económico y socio-laboral (Reblin y Uchino, 2008). El aislamiento social –la soledad percibida– aparece en estos estudios como el principal factor de riesgo para todas las causas de muerte.

Existen diferentes definiciones de apoyo social, unas que resaltan más los aspectos estructurales (el tamaño de la red social) y otras que resaltan más sus aspectos funcionales (el tipo de relación entre los miembros de la red). Una de las definiciones que, a mi juicio, parece más acertada es la que define el apoyo social como la percepción de que uno es querido, valorado y parte de una red social. Esta definición dirige lo sustantivo del apoyo social hacia la familia y los amigos, resaltando los aspectos emocionales del apoyo. Pero el apoyo emocional que nos proporciona la familia y los amigos hace referencia a un tipo específico de emoción positiva apenas estudiada por la literatura neurocientífica: el amor.

Los primeros investigadores interesados en el estudio del amor fueron los psicólogos sociales (Mikulincer y Goodman, 2006). Las primeras investigaciones psicosociales sobre el amor se centraron en el amor romántico resaltando tres componentes básicos: el apego afectivo (attachment), el deseo de protección (caregiving) y la atracción sexual. El apego y el deseo de protección serían los componentes comunes a cualquier tipo de amor, incluyendo el amor familiar y de los amigos. Por otra parte, aunque apenas existen estudios neurocientíficos sobre el amor, en sentido estricto, sí existen estudios sobre los efectos de la

falta de amor en el cerebro. Los estudios de John Cacioppo (Cacioppo y Patrick, 2003) sobre la soledad percibida y de Noemi Eisenberger (Eisenberger y cols., 2011) sobre la exclusión social muestran que tanto la soledad como la exclusión social producen activaciones cerebrales similares a las que se observan durante la percepción del dolor físico. Por otra parte, existen estudios sobre los efectos positivos que el apoyo emocional de la familia tiene en la expresión genética y en la respuesta al estrés. Vivir durante la infancia en un ambiente familiar amoroso es capaz de revertir los efectos negativos de poseer el alelo corto-corto del gen transportador de la serotonina (5-HTTLPR), el gen que predispone a la depresión y otros trastornos psicopatológicos (Taylor, 2010). Igualmente, realizar una tarea estresante en compañía de un familiar querido reduce la respuesta de cortisol durante la tarea de estrés (Kirschbaum, 2003). La pregunta que nos hicimos en nuestro grupo de investigación hace ya unos años es si existen otras vías más directas de investigar los mecanismos neurocientíficos de las emociones positivas y el amor en el laboratorio. La respuesta afirmativa fue el rostro.

3.2 El paradigma de visualización de caras

El rostro es posiblemente el estímulo que mayor información social y emocional proporciona. Aporta información sobre quienes somos (identidad personal) y sobre cómo nos sentimos (expresión facial), además de otros muchos datos relevantes para la interacción social, como la edad, el género, la raza, el atractivo físico, incluso las

actitudes e intenciones amistosas u hostiles de las personas. En Psicología, el rostro se ha estudiado ampliamente en relación con las expresiones emocionales siguiendo la perspectiva darwiniana iniciada y defendida por Tomkins, Izard y Ekman en la segunda mitad del siglo XX. Pero el estudio de las expresiones faciales tiene sus limitaciones: ha aportado más información sobre las emociones negativas que sobre las emociones positivas, reflejando de nuevo el sesgo de negatividad mencionado anteriormente.

La investigación neurocientífica sobre el procesamiento de caras, mucho más reciente, se ha centrado en el estudio de los mecanismos cerebrales de la percepción del rostro y el reconocimiento de caras, sin profundizar excesivamente en los mecanismos del procesamiento emocional. El modelo más aceptado de reconocimiento facial (Gobbini y Haxby, 2007), fruto de estas investigaciones, asume la existencia de una red neural compleja formada por un sistema nuclear integrado por áreas corticales en la región visual (giro occipital inferior, giro fusiforme lateral y surco temporal superior) y una red extendida que procesa no solo el conocimiento que tenemos acerca de la persona (corteza temporal anterior, paracingulado anterior y precuneus) sino también las emociones asociadas a dicha persona (amígdala, ínsula y el sistema de refuerzo).

Un subconjunto de estos estudios ha examinado específicamente el procesamiento emocional asociado al reconocimiento de caras queridas (padres, hijos, pareja romántica), pero lo ha hecho utilizando exclusivamente medidas fisiológicas centrales (potenciales evocados y

resonancia magnética funcional), excluyendo las medidas fisiológicas periféricas (autonómicas y somáticas). El principal problema de excluir las medidas periféricas es que no es posible llegar a conclusiones que no sean ambiguas sobre la valencia positiva de la respuesta emocional estudiada. Los estudios neurocientíficos que se limitan a utilizar medidas fisiológicas centrales confunden la valencia con el arousal emocional indiferenciado (común para las emociones positivas y negativas) y la familiaridad (el procesamiento cognitivo de la identidad). Los estudios que comento a continuación tuvieron como objetivo superar estas limitaciones. Para ello, se seleccionó el paradigma de visualización de imágenes del profesor Peter Lang sustituyendo las imágenes del IAPS por fotografías de caras y nombres de familiares queridos, junto con el registro simultáneo de medidas periféricas (autonómicas y somáticas), centrales (potenciales evocados y resonancia magnética funcional) y subjetivas (evaluaciones de la valencia, arousal y control de los estímulos).

3.3 El procesamiento afectivo de caras queridas

Los cuatro estudios que resumo en este apartado se diseñaron para controlar secuencialmente el efecto de la familiaridad (estudios 1 y 2), el efecto del arousal (estudio 3), y el efecto de la valencia debido a características físicas del rostro frente a características personales de la relación afectiva (estudio 4). En el primero de los estudios (Vico y cols., 2010), con solo chicas, se presentaban 5 caras de personas queridas, 5 caras de personas desconocidas, 5

caras de personas famosas, 5 caras neutras y 5 caras de bebés (tomadas del IAPS). En el segundo estudio (Guerra y cols., 2011), también con solo chicas, se presentaban 2 caras de personas queridas (el padre y la pareja romántica, una con mayor familiaridad que la otra), 2 caras desconocidas (padre y pareja romántica de otros participantes) y una cara de bebé. En el tercer estudio (Guerra y cols., 2012), con chicos y chicas, se presentaban 4 caras queridas (padre, madre, pareja romántica y mejor amigo/a), 4 caras desconocidas (de otros participantes) y 4 caras físicamente desagradables tomadas del IAPS (rostros mutilados). En el cuarto estudio (Sánchez-Adam y cols., 2013), también con solo chicas, se presentaban 4 caras familiares queridas, 4 caras familiares odiadas (no queridas), 4 caras desconocidas físicamente agradables y 4 caras desconocidas físicamente desagradables.



Cara de Bebé (IAPS)

- Procedimiento

Los cuatro estudios tenían las siguientes características: (a) todos los participantes eran estudiantes universitarios con una buena relación afectiva con los padres, la pareja romántica y los amigos; (b) los rostros que se presentaban eran fotografías en blanco y negro, con la cara colocada dentro de un círculo con fondo blanco, mirando de frente y sin expresión emocional; (c) las fotografías se presentaban en la pantalla de un ordenador siguiendo una secuencia contrabalanceada y un tiempo de exposición de la fotografía de 4-6 segundos seguido de otro tiempo similar con una pantalla en negro; (d) las medidas fisiológicas incluían siempre medidas del sistema nervioso autónomo (frecuencia cardíaca y conductancia eléctrica de la piel), medidas del sistema nervioso somático (electromiografía de músculos de la cara: cigomático –el músculo de la sonrisa-, el corrugador –el músculo del enfado- y el orbicular del ojo –el músculo del parpadeo-) y del sistema nervioso central (los potenciales evocados a partir de la electroencefalografía y la resonancia magnética funcional; y (e) al finalizar el registro los participantes evaluaban la valencia, el arousal y el control que evocaban las fotografías utilizando las escalas pictográficas del Manikí de Auto-Evaluación (Self-Assessment Manikin).

- Resultados

Respuesta cardíaca. Los cuatro estudios muestran una respuesta del corazón que diferencia perfectamente las caras queridas del resto de caras. El patrón de la respuesta

es una taquicardia. La respuesta se inicia con una breve desaceleración seguida de una aceleración que dura 3-4 segundos, terminando con una vuelta a la línea de base.

Conductancia eléctrica de la piel. Los cuatro estudios muestran una respuesta de la conductancia mucho mayor para las caras queridas que para el resto de caras desconocidas o neutras. Solo las caras altamente desagradables muestran una respuesta similar (reflejando el carácter emocional indiferenciado de esta respuesta autonómica).

Electromiografía facial. Los cuatro estudios muestran una respuesta del músculo cigomático (el de la sonrisa) muy marcada solo para las caras queridas. El resto de las caras no muestran ninguna respuesta. Y lo contrario ocurre con el músculo corrugador (el del enfado) que muestra una respuesta inhibitoria igualmente marcada solo para las caras queridas.

Reflejo de sobresalto. Este reflejo defensivo, cuyo principal componente es el parpadeco, se mide a través del registro de la electromiografía del músculo orbicular del ojo en respuesta a un ruido intenso y breve, similar al que se utiliza en el estudio de la respuesta cardíaca de defensa. Se sabe que la amplitud del reflejo está modulada por el estado afectivo en el que se encuentra la persona (Bradley y Lang, 2007). Un estado emocional positivo inhibe el reflejo, mientras que un estado emocional negativo lo potencia. Los resultados del estudio 3 muestran una inhibición muy marcada del reflejo ante las caras queridas y una potenciación del reflejo igualmente marcada ante las caras desagra-

- Procedimiento

Los cuatro estudios tenían las siguientes características: (a) todos los participantes eran estudiantes universitarios con una buena relación afectiva con los padres, la pareja romántica y los amigos; (b) los rostros que se presentaban eran fotografías en blanco y negro, con la cara colocada dentro de un círculo con fondo blanco, mirando de frente y sin expresión emocional; (c) las fotografías se presentaban en la pantalla de un ordenador siguiendo una secuencia contrabalanceada y un tiempo de exposición de la fotografía de 4-6 segundos seguido de otro tiempo similar con una pantalla en negro; (d) las medidas fisiológicas incluían siempre medidas del sistema nervioso autónomo (frecuencia cardíaca y conductancia eléctrica de la piel), medidas del sistema nervioso somático (electromiografía de músculos de la cara: cigomático -el músculo de la sonrisa-, el corrugador -el músculo del enfado- y el orbicular del ojo -el músculo del parpadeo-) y del sistema nervioso central (los potenciales evocados a partir de la electroencefalografía y la resonancia magnética funcional; y (e) al finalizar el registro los participantes evaluaban la valencia, el arousal y el control que evocaban las fotografías utilizando las escalas pictográficas del Manikí de Auto-Evaluación (Self-Assessment Manikin).

- Resultados

Respuesta cardíaca. Los cuatro estudios muestran una respuesta del corazón que diferencia perfectamente las caras queridas del resto de caras. El patrón de la respuesta

es una taquicardia. La respuesta se inicia con una breve desaceleración seguida de una aceleración que dura 3-4 segundos, terminando con una vuelta a la línea de base.

Conductancia eléctrica de la piel. Los cuatro estudios muestran una respuesta de la conductancia mucho mayor para las caras queridas que para el resto de caras desconocidas o neutras. Solo las caras altamente desagradables muestran una respuesta similar (reflejando el carácter emocional indiferenciado de esta respuesta autonómica).

Electromiografía facial. Los cuatro estudios muestran una respuesta del músculo cigomático (el de la sonrisa) muy marcada solo para las caras queridas. El resto de las caras no muestran ninguna respuesta. Y lo contrario ocurre con el músculo corrugador (el del enfado) que muestra una respuesta inhibitoria igualmente marcada solo para las caras queridas.

Reflejo de sobresalto. Este reflejo defensivo, cuyo principal componente es el parpadeco, se mide a través del registro de la electromiografía del músculo orbicular del ojo en respuesta a un ruido intenso y breve, similar al que se utiliza en el estudio de la respuesta cardíaca de defensa. Se sabe que la amplitud del reflejo está modulada por el estado afectivo en el que se encuentra la persona (Bradley y Lang, 2007). Un estado emocional positivo inhibe el reflejo, mientras que un estado emocional negativo lo potencia. Los resultados del estudio 3 muestran una inhibición muy marcada del reflejo ante las caras queridas y una potenciación del reflejo igualmente marcada ante las caras desagra-

dables, con diferencias significativas en ambos casos con respecto a las caras desconocidas.

Potenciales P300 y LPP. En todos los estudios el potencial cortical P300 muestra amplitudes mayores para las caras queridas que para el resto de las caras. Lo mismo ocurre con respecto al potencial de positividad tardío (LPP), pero en este caso las caras queridas no se diferencian de las caras mutiladas, como ocurre con la conductancia eléctrica de la piel.

Localización de fuentes cerebrales. Aplicada al potencial P300 la técnica bayesiana de localización de fuentes, se encontró que las estructuras cerebrales implicadas en la mayor amplitud del potencial P300 a las caras queridas, frente a las caras desconocidas, eran la corteza cingulada anterior y la corteza orbitofrontal medial.

Resonancia Magnética Funcional (fMRI). La resonancia magnética funcional muestra activaciones de las caras queridas frente a las caras desconocidas en todas las áreas que contempla el modelo de Gobbini y Haxby, es decir, áreas relacionadas con el conocimiento de la persona (precuneus/cíngulo posterior), áreas relacionadas con el análisis de las características invariantes de los rostros (giro fusiforme) y áreas relacionadas con la emoción (ínsula y corteza orbitofrontal).

Evaluaciones de Valencia, Arousal y Control. En todos los estudios, las caras queridas eran evaluadas como más agradables y más activantes que el resto de las caras. Sin embargo, en la escala de control, las caras queridas obtu-

vieron la evaluación más baja, en contraste con las caras de bebés, que obtuvieron la puntuación más alta. Una puntuación baja en esta escala se interpreta como que la persona se siente controlada o protegida y una puntuación alta se interpreta como que la persona se siente controladora o protectora. Por tanto, los datos indican que el ver caras queridas hace que nos sintamos protegidos.

3.4 Cuando dicen tu nombre

Esta serie de estudios sobre el procesamiento de caras queridas se ha completado recientemente con otra serie de estudios sobre el procesamiento de nombres queridos. La idea para este cambio de caras a nombres nos vino de un poema de Gloria Fuertes titulado “Cuando te nombran”. Los primeros versos dicen: “Cuando te nombran, me roban un poquito de tu nombre; parece mentira que media docena de letras digan tanto”. La pregunta que nos hicimos es si la palabra, esa media docena de letras, tiene tanta fuerza emocional como la imagen visual de la persona que queremos, tal como hemos visto en los estudios anteriores.

En el primer estudio con nombres (Lucas y cols., 2014), en el que participaron solo chicas, se utilizaron tres categorías de nombres: nombres queridos (del padre, madre, pareja romántica y mejor amiga), nombres desconocidos (los 4 nombres de otro participante) y nombres famosos (4 nombres seleccionados por el propio participante). Los nombres (nombre propio y primer apellido) aparecían escritos en la pantalla del ordenador durante 6 segundos. Se registró la respuesta del corazón (frecuencia cardíaca), la

conductancia eléctrica de la piel y la electromiografía de los músculos cigomático, corrugador y orbicular del ojo (reflejo de sobresalto). Los resultados reproducen los mismos de las caras con respecto a los músculos cigomático y corrugador, con una activación muy marcada del músculo cigomático y una inhibición igualmente marcada del músculo corrugador. El corazón y la conductancia de la piel también mostraron el mismo patrón que las caras, aunque con menor intensidad. El reflejo de sobresalto fue el que no reprodujo el mismo resultado, explicado por el diferente nivel de procesamiento de los estímulos visuales frente a los estímulos lingüísticos (Herbert y Kissler, 2010).

El último estudio al que me voy a referir ha combinado caras y nombres y se ha centrado en los mecanismos cerebrales registrados a través de la resonancia magnética funcional. En este estudio, en el que participaron chicos y chicas, se utilizaron solo dos categorías de caras y nombres: caras y nombres de personas queridas (padre, madre, pareja romántica y mejor amigo/a) y caras y nombres de personas desconocidas (las caras y nombres de otros participantes). Los resultados vuelven a reproducir para los nombres los mismos que produjeron las caras de los estudios anteriores: activaciones en áreas del sistema de recompensa (corteza orbitofrontal e ínsula) y áreas relacionadas con el reconocimiento de la identidad (precúneo y cíngulo posterior). Las diferencias entre caras y nombres aparecen solo en las áreas cerebrales típicamente visuales (corteza occipital y giro fusiforme).

3.5 Mecanismos neurofisiológicos de las emociones positivas

En general, los resultados de todos estos estudios dejan claro dos cosas. En primer lugar, que tanto las caras como los nombres de las personas queridas son un potente elicitador de afecto positivo (amor). Los datos fisiológicos muestran un patrón de cambios específicos y distintivos de las emociones positivas (taquicardia afectiva, activación del músculo cigomático e inhibición del músculo corrugador) que no se confunden ni con la familiaridad ni con el arousal emocional indiferenciado (el que es común con las emociones negativas). Y, en segundo lugar, que las caras queridas son un potente inhibidor de las reacciones defensivas, como el reflejo de sobresalto, actuando, por tanto, como señales de seguridad y protección: activan el sistema motivacional apetitivo (el sistema de recompensa) e inhiben recíprocamente el sistema motivacional defensivo.

Los mecanismos neurales que subyacen a esta inhibición recíproca son todavía poco conocidos. No obstante, basándonos en los estudios de neuroimagen con caras y nombres, junto con los datos sobre los mecanismos cerebrales de la modulación del reflejo de sobresalto (Davis, 1992) y el dolor (Eisenberger y cols., 2011), podemos especular que tales mecanismos implican, en primer lugar, el procesamiento y reconocimiento del estímulo visual o lingüístico, dando acceso a la memoria biográfica y episódica acerca de la persona. Si esta información identifica a una persona querida, entonces sigue la activación del sistema motivacional apetitivo —el sistema de recompensa—.

Este sistema produce simultáneamente: (a) la activación de áreas prefrontales del cerebro que ejercen un papel inhibitorio sobre estructuras subcorticales, como la amígdala, que atenúan o inhiben el reflejo de sobresalto y otras reacciones defensivas, y (b) la activación de respuestas fisiológicas periféricas (autónomas y somáticas) específicas de las emociones positivas que contribuyen a la cualidad y la intensidad de la respuesta emocional, proporcionando, además, feedback al cerebro para incrementar el procesamiento atencional y emocional de los estímulos.

La inhibición de las reacciones defensivas y el estrés podría ser el principal mecanismo neurofisiológico de los efectos beneficiosos para la salud del apoyo social y el amor. La función última de este complejo mecanismo sería la supervivencia del individuo y la especie, garantizando la formación de vínculos de seguridad y protección duraderos entre los individuos.

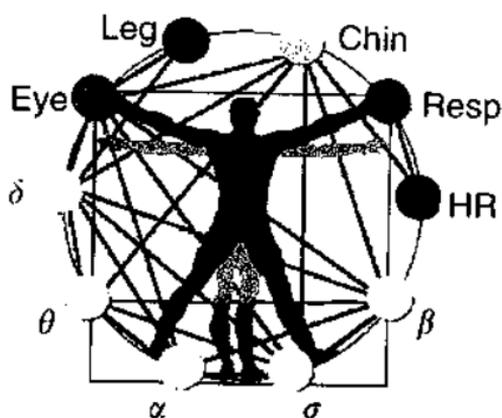
4. MÁS ALLÁ DE LA SUPERVIVENCIA

Roger Sperry, premio Nobel de Medicina y Fisiología por sus trabajos sobre el cerebro dividido, solía decir que el cerebro no había evolucionado para producir vida mental —para contemplar y disfrutar del mundo— sino para facilitar la adaptación y la supervivencia. Para él, la mejor estrategia para conocer e investigar el cerebro era seguir sus vías eferentes, esto es, conectar las estructuras cerebrales con las repuestas fisiológicas periféricas, las que, en definitiva, nos permiten sobrevivir en un mundo cargado de peligros. Los datos que hemos expuesto hasta aquí son coherentes con esta idea. Las emociones negativas y positivas cumplen la función fundamental de facilitar la supervivencia, bien defendiéndonos de peligros, bien proporcionándonos seguridad y protección. Además, son datos que refuerzan la idea de Sperry de integrar en la investigación neurofisiológica las medidas centrales (el cerebro) y periféricas (el corazón).

- Fisiología de redes

En el ámbito de las emociones, dicha integración es absolutamente necesaria. Es cierto que no ha sido fácil identificar patrones de correlación entre las medidas periféricas y

centrales. Pero en el organismo humano todos los sistemas están conectados. Los problemas que hemos comentado al principio sobre la falta de datos sólidos a favor de las teorías de las emociones de William James y Walter Cannon reflejan más bien la dificultad de estudiar las sincronizaciones y desincronizaciones que se producen inevitablemente entre los diferentes sistemas corporales. La nueva fisiología de redes que defiende el investigador Plamen Ivanov en las Universidades de Boston y Harvard tal vez sea el camino para superar estas dificultades. La fisiología de redes utiliza metodologías complejas derivadas de la física estadística para detectar sincronizaciones entre los sistemas corporales con diferentes tiempos de retraso (time delay). Estas sincronizaciones y desincronizaciones, representadas en el dibujo del cuerpo humano de Leonardo da Vinci, son demostraciones de la importante inter-conectividad e inter-comunicación que las diferentes partes del cerebro y de los sistemas periféricos tienen entre sí.



Network Physiology (Plamen Ivanov)

- La paradoja neurótica

La idea de supervivencia como la principal función de las emociones, tanto positivas como negativas, es sin embargo difícil de entender cuando las emociones pasan de ser adaptativas a ser desadaptativas. Los trastornos de la ansiedad son un ejemplo. En los trastornos de la ansiedad, las respuestas defensivas dejan de ser protectoras para convertirse en auto-destructivas y fuente de sufrimiento. Lo paradójico es que en los trastornos de la ansiedad, como en las fobias, el trastorno de pánico o el trastorno obsesivo-compulsivo, las reacciones defensivas persisten y se perpetúan a pesar de sus consecuencias negativas y de producirse en ausencia de peligro real. David Barlow, psicólogo especialista en los tratamientos de los trastornos de la ansiedad, ha llamado a la ansiedad patológica la sombra de la inteligencia y el espectro de la muerte (Barlow, 2004). Los psicólogos clínicos saben muy bien lo difícil que es tratar con éxito algunos de estos trastornos, pese a los indiscutibles avances que se han producido en el conocimiento de la psicopatología de la ansiedad y sus tratamientos.

- Las emociones positivas

Parte del éxito de los tratamientos psicológicos del miedo y la ansiedad procede del manejo inteligente de las emociones positivas y su auto-regulación. Las técnicas de relajación y meditación (mindfulness), las técnicas de contra-condicionamiento y exposición, así como las técnicas de biofeedback y neurofeedback, todas ellas hacen uso de las emociones positivas, directa o indirectamente.

Cumplen, por tanto, un papel fundamental en la regulación de las emociones negativas. Pero las emociones positivas tienen otra función tal vez mucho más importante. Fernando Pessoa, el escritor portugués, dijo en una ocasión que la literatura, la pintura, la música, la poesía, cualquier actividad artística- y podríamos añadir, cualquier actividad científica o humanista que nos apasione- es la evidencia más clara de que la vida no basta. No es suficiente sobrevivir o vivir más. Necesitamos vivir mejor, con calidad y sentido. Las emociones positivas asociadas al arte o a la contemplación de la naturaleza, justo las dos aficiones que cultivaron y disfrutaron William James y Walter Cannon- los personajes principales de nuestra historia- cumplen precisamente esa función, más allá de la supervivencia. El estudio de estas emociones debería ser también parte de la actual y futura neurociencia afectiva.

Reconocimientos

Colaboradores de la Universidad de Granada: M.C. Fernández-Santaella, A. Acosta; F.J. Martos, J. Pegalajar, A. Cándido, M.N. Vera, H. Robles, G. Reyes del Paso, M.N. Pérez, A. García León, M.B. Sánchez, E. Ruiz-Padial, I. Ramírez, E. Kley, S. Rodríguez-Ruiz, J.L. Mata, P. Guerra, M.A. Muñoz, L. Anllo-Vento, M.I. Viedma, L.C. Delgado, P. Perakakis, A. Sánchez-Adam, S. Idrisi, B. Ortega-Roldán, S. Díaz-Ferrer, J. Rodríguez Árbol, R. Delgado, L.F. Ciria, C. Gantiva, G. Calvillo, I. Lucas, C. Morato.

Colaboradores externos: Universidad Victoria de Manchester (UK) Reginald Beech; Universidad de Florida (USA) P.J. Lang, M.M. Bradley, A. Keil; Universidad de Sheffield (UK) G. Turpin; Universidad de Queensland (Australia) O. Lipp; Scripts Research Institute (USA) J. Polich; Universidad de Harvard (USA) P. Ivanov; Instituto Superior Ciencias del Trabajo (Portugal) y Mid-Sweden University (Suecia) F. Esteves; Universidad de Konstanz (Alemania) T. Elbert, H. Schupp; Universidad de Mannheim (Alemania) F. Bublatzky; Universidad de Leipzig (Alemania) M. Müller; Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil) E. Volchan; Centro de Neurociencias (Cuba) A. Bobes, M. Valdés-Sosa; Universidad Jaume I (España) J. Moltó, M. Pastor; Universidad de Málaga (España) P. Cobos; Universidad de Jaén (España) G. Reyes del Paso, E. Ruiz-Padial.

Referencias

- Barlow, D.H. (2004). *Anxiety and its disorders: The nature and treatment of anxiety and panic*. 2ª Edición. Nueva York: Guilford Press.
- Barret, L.F. (2006). Are emotions natural kinds? Perspectives on Psychological Science, 1, 28-58.
- Blanchard, R.J., y Blanchard, D.C.(1989). Attack and defense in rodents as ethoexperimental models for the study of emotion. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 13, 3-14.
- Bond, D.D. (1943). Sympathetic and vagal interaction in emotional responses of the heart rate. *American Journal of Physiology*, 138, 468-478.
- Boyd, R.Y., Robinson, M.D., Fetterman, A.K. (2011). Miller (1944) revisited: Movement times in relation to approach and avoidance conflicts. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47, 1192-1197.
- Bradley, M.M., y Lang, P.J. (2007). Emotion and motivation. En J.T. Cacioppo, L.G. Tassinary, y G.G. Berntson (Eds), *Handbook of Psychophysiology*, 3ª Edición. Nueva York: Cambridge University Press.
- Cannon, W.B. (1931). Again the James-Lange and the thalamic theories of emotion. *The Psychological Review*, 38, 281-295.

- Cacioppo, J.T., y Patrick, W. (2003). *Loneliness: Human nature and the need for social connection*. Nueva York: W.W. Norton.
- Davis, M. (1992). The role of the amígdala in fear potentiated startle. Implications for animal models of anxiety. *Trends in Pharmacological Science*, 13, 35-41.
- Eisenberger N.I, Master S.L, Inagaki T.K, Taylor S.E, Shirinyan D., y cols. (2011). Attachment figures activate a safety signal-related neural region and reduce pain experience. *Proceedings of the National Academy of Science*, 118, 11721-11726.
- Ekman, P. (1992). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 48, 376-379.
- Ekman P. (2016). What scientists who study emotions agree about. *Perspectives on Psychological Science*, 11, 31 -34.
- Eves, F.F., y Gruzelier, J.M. (1984). Individual differences in the cardiac response to high intensity auditory stimulation. *Psychophysiology*, 21, 342-352.
- Fanselow, M.S. (1994). Neural organization of the defense behaviour system responsible for fear. *Psychosomatic Bulletin and Review*, 1, 429-438.
- Fernández, M.C. (1986). La respuesta cardíaca de defensa en humanos. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 41, 827-836.
- Fernández, M.C. y Vila, J. (1989). Sympathetic-parasym-



- pathetic mediation of the cardiac defense response in humans. *Biological Psychology*, 28, 123-133.
- Gobbini, M.I., y Haxby, J.V. (2007). Neural system for recognition of familiar faces. *Neuropsychologia*, 45, 32-41.
- Guerra, P. (2007). Componentes periféricos y centrales de la atención y las respuestas defensivas. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Guerra, P., Campagnoli, R., Vico, C., Volchan, L., Anllo-Vento, L., y Vila, J. (2011). Filial versus romantic love: Contributions from peripheral and central electrophysiology. *Biological Psychology*, 88, 196-203.
- Guerra, P., Sánchez-Adam, A., Anllo-Vento, L., Ramírcz, I., Vila, J. (2012). Viewing loved faces inhibits defense reactions: A health-promotion mechanism? *PLoS ONE* 7(7): e41631. doi:10.1371/journal.pone.0041631
- Heinrichs, M., Baumgartner, T., Kirschbaum, C., y Ehlert, U. (2003). Social support and oxytocin interact to suppress cortisol and subjective responses to psychosocial stress. *Biological Psychiatry*, 54, 1389-1398.
- Herbert, C., y Kissler, J. (2010). Motivational priming and processing interrupt: Startle reflex modulation during shallow and deep processing of emotional words. *International Journal of Psychophysiology*, 76, 64-71.
- Ivanov, P. (2016). Laboratory for network physiology. <https://sites.google.com/site/lanetworkphysiology/home>
- Izard, C. (1974). *Human emotions*. Plenum Press: New York.

- Keil, A., Bradley, M.M., Ihssen, N., Heim, S., Vila, J., Guerra, P., y Lang, P.J. (2010). Defensive engagement and perceptual enhancement. *Neuropsychologia*, 48, 3580-3584.
- Lacey, J.I. (1967). Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory. En M.H. Appley y R. Trumbull (Eds.) *Psychological stress*. Nueva York: Appleton Century Crofts.
- Lang, P.J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50, 372-385.
- Lang, P.J., Davis, M. (2006). Emotion, motivation, and the brain: Reflex foundations in animal and human research. *Progress on Brain Research*, 156, 3-29.
- LeDoux, J. (1996). *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*. Simon & Schuster: Nueva York.
- Lindsley, D.B. (1951). Emotion. En S.S. Stevens (Ed.) *Handbook of experimental psychology*. Nueva York: Wiley.
- Lindquist, K.A. (2013). Emotions Emerge from More Basic Psychological Ingredients: A Modern Psychological Constructionist Model. *Emotion Review*, 5, 356-368.
- Lucas, I., Guerra, P., Sánchez-Adam, A., Biggane, C., y Vila, J. (2014). Respuestas emocionales asociadas al reconocimiento de la identidad a través del nombre en mujeres jóvenes. I Jornadas Nacionales de Salud, Emoción y Género. Universidad Jaime I.
- Mata, J.L., Rodríguez-Ruiz, S., Ruiz-Padial, E., Turpin, G., Vila, J. (2009). Habituation and sensitization of

protective reflexes: Dissociation between cardiac defense and eye-blink startle. *Biological Psychology*, 81, 192-199.

Mikulincer, M., y Goodman, G.S. (Eds) (2006). *Dynamics of romantic love: Attachment, caregiving and sex*. Nueva York: Guilford Press.

Miller, N.E. (1944). Experimental studies of conflict. En J.McV. Hunt (Ed), *Personality and the behaviour disorders*. Oxford: Roland Press.

Pankseep, J. (2007). Neurologizing the psychology of affects: How appraisal-based constructivism and basic emotion theory can coexist. *Perspectives on Psychological Science*, 2, 281-296.

Ramírez, I., Sánchez, M.B., Fernández, M.C., Lipp, O.V., y Vila, J. (2005). Differentiation between protective reflexes: Cardiac defense and startle. *Psychophysiology*, 42, 732-739.

Ramírez, I., Guerra, P., Muñoz, M.A., Perakakis, P., Anllo-Vento, L., Vila, J. (2010). The dynamics of cardiac defense: From attention to action. *Psychophysiology*, 47, 879-887.

Reblin, M., y Uchino, B.N. (2008). Social and emotional support and its implication for health. *Current Opinion in Psychiatry*, 21, 201-205.

Reyes del Paso, G.A., Godoy, J., Vila, J., 1993. Respiratory sinus arrhythmia as an index of parasympathetic cardiac

- control during the cardiac defense response. *Biological-Psychology* 35, 17-35.
- Reyes del Paso, G.A., González, M-I., Hernández, J.A., Duschek, S., y Gutiérrez, N. (2009). Tonic blood pressure modulated the relationship between baroreceptor cardiac reflex sensitivity and cognitive performance. *Psychophysiology*, 46, 932-938.
- Sánchez, M.B., Guerra, P., Muñoz, M.A., Mata, J.L., Bradley, M.M., Lang, P.J., Vila, J. (2009). Communalities and differences in fear potentiation between cardiac defense and eyeblink startle. *Psychophysiology*, 46, 1137-1140.
- Sánchez-Adam, A., Guerra, P., Bobes, M.A., León, I., Lage, A., Vila, J. (2013). El valor reforzador de las caras de personas queridas: Un estudio de resonancia magnética funcional. *Anuario de Psicología Clínica y de la Salud*, 9, 65-68.
- Schachter, S., y Singer, J.E. (1962). Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.
- Taylor, S.E. (2010). Mechanisms linking early life stress to adult health outcomes. *Proceedings of the National Academy of Science*, 107, 8507-8512.
- Tomkins, S.S. (1962). *Affect, imagery and consciousness. Vol I: The positive affects.* Springer: New York.
- Turpin, G., y Siddle, D.A. (1978). Cardiac and plethysmographic responses to high intensity auditory stimulation. *Biological Psychology*, 6, 267-281.

- Vico, C., Guerra, P., Robles, H., Vila, J., Anllo-Vento, L. (2010). Affective processing of loved faces: Contributions from peripheral and central electrophysiology. *Neuropsychologia*, 48, 2894-2902.
- Vila, J., y Beech, R.R. (1978). Vulnerability and defensive reactions in relation to the human menstrual cycle. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 17, 93-100.
- Vila, J., Pérez, M.N., Fernández, M.C., Pegalajar, J., y Sánchez, M. (1997). Attentional modulation of the cardiac defense response in humans. *Psychophysiology*, 34, 482-487.
- Vila, J., Guerra, P., Muñoz, M.A., Vico, C., Viedma-del Jesús, M.I., Delgado, L.C., Perakakis, P., Kley, E., Mata, J.L., y Rodríguez, S. (2007). Cardiac defense: From attention to action. *International Journal of Psychophysiology*, 66, 169-182.

