

# NEUROBIOLOGÍA DE LAS EMOCIONES MORALES

Roberto E. Mercadillo\*, José Luis Díaz\*\*, Fernando A. Barrios\*

## SUMMARY

This work presents a critical review of the historical, theoretical, and neurobiological bases of the theory of moral emotions. Neuroimaging methods and protocols used to study the neural correlates of moral emotions and the analysis of the brain functions involved in their processing, permit the formulation of hypotheses that attempt to understand some emotional and cognitive processes related to moral emotions. One such hypothesis refers to a neuro-matrix involving sensory systems, brainstem-mediated physiological reactions and frontal brain regions processing the interaction between moral and emotional stimuli.

Cross-cultural research on human facial expression has identified universal patterns to express basic emotions such as fear, anger, or happiness. Nevertheless, the experience of some emotions and their facial expressions are regulated by social and cultural mechanisms. This type of regulation is observed in moral emotions since they are linked to the interests or welfare either of society as a whole, or of persons other than the judge or agent.

Two typical features that identify moral emotions are their typical elicitors and tendencies towards specific actions. The release of a moral emotion is the perception of implicit and explicit violations of social norms and stereotypes included in personal codes, attitudes, and beliefs. In turn, the actions ensuing from moral emotions are communal or *prosocial*, because they promote a benefit in others and/or in the social order. Although there is not a definitive taxonomy of moral emotions, four families of prosocial feelings are suggested: a) other-condemning emotions (contempt, anger, disgust); b) self-conscious emotions (shame, embarrassment, guilt); c) other-suffering emotions (compassion); d) other-praising emotions (gratitude, awe, elevation).

Such emotions are relevant to the concept of morality because this is a complex representation that includes models of prohibited actions, notions of good and bad, concepts of fairness, ideals of justice, or justifications of punitive actions. Moreover, the cognitive processes and behaviors involved in moral emotions are related to the theory of mind that refers the ability to represent the mental and emotional states of others, such as their thoughts, desires, beliefs, intentions, and knowledge. The neurobiological substrate of this capacity involves cerebral regions related to the experience of basic emotions, such as the amygdala and the cingulate cortex, and regions related to complex cognition and emotional-social contexts, such as the prefrontal cortex and the superior temporal sulcus.

Neurobiological approaches to moral emotions have become relevant to study psychopathologies linked to antisocial behaviors, particularly the psychopathic or Antisocial Personality Disorder. Psychopaths show decreased emotional and physiological reactions to emotional stimuli and deficiencies to identify emotional expressions. However, they do not fail to represent or to infer others mental states or theory of mind. Therefore, the psychopathic disorder is not only linked to distortions in interpreting socially-learned moral values, but also to alterations of cognitive processes required to link the affective system to moral values. This assumption is supported by brain-imaging studies demonstrating the involvement of areas associated to the processing of complex social stimulus and language, such as prefrontal cortex, orbitofrontal cortex, polar frontal cortex, and anterior temporal lobe in psychopathic patients. The affected areas also include regions such as the amygdala, ventromedial hypothalamus, thalamus, and caudate nucleus involved in the experience or expression of emotions.

Scientific publications directly referring to the neurobiological research of moral emotions and the evaluation of moral judgments occupy a period between 2001 and 2005. The neurobiology of moral emotions has evolved rapidly by the use neuro-imaging techniques such as Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) and Positron Emission Tomography (PET). Brain images related to moral emotions are obtained by the use of moral stimuli in three types of situations: (a) while subjects resolve cognitive tasks, for example, reading moral emotional statements, (b) during passive or instructed viewing of affective pictures, or (c) during the resolution of moral dilemmas.

The brain areas that become significantly active during these tasks provide a neurobiological interpretation of the mental operations involved in moral emotions. Thus, the medial frontal gyrus is activated during the elaborate personal and impersonal moral judgments produced by viewing moral pictures, attributing intentionality of movement, processing of facial expressions, and during the attribution of mental states (theory of mind). The posterior cingulate, retrosplenial, and precuneus cortex are associated with the elaboration of moral judgments elicited by viewing moral pictures and theory of mind. The superior temporal sulcus and the parietal lobe are related with moral judgments while viewing moral and emotional pictures and films, and attributing intentional movements. The superior temporal sulcus is also associated with the processing of social contexts. Orbitofrontal and ventromedial frontal cortex is associated with the processing of simple moral judgments

\* Instituto de Neurobiología, UNAM. Km.15 Carretera San Luis Potosí, domicilio conocido, 76230, Juriquilla, Qro. México. barrios@inb.unam.mx

\*\* Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, Facultad de Medicina, UNAM.

Recibido primera versión: 9 de junio de 2006. Segunda versión: 15 de enero de 2007. Aceptado: 7 de febrero de 2007.

while viewing moral pictures, the evaluation of emotionally-charged social events, during empathy and attribution. The temporal pole is also associated with theory of mind, the elaboration of simple moral judgments and with the recalling of emotional situations. The amygdala is activated during the processing of moral pictures and social events based on facial expressions.

Other empirical investigations involving a moral interpretation of data such as studies of general emotions, empathy, theory of mind, neurological disorders, and antisocial behavior, are also relevant to understand the brain activation patterns associated to cognitive and emotional social functions. Working models of psychopathologies that manifest antisocial behaviors are also required to interpret neuroimaging data. Meta-analyses of human behavior and proto-moral behavior in non-human species related to the elaboration of moral judgments and emotions are also relevant for the same purpose. Finally, moral emotion research requires the elaboration of accurate protocols based on psychological approaches directed to elicit particular moral emotions which enable the definition and neural substrates of its specific qualities.

**Key words:** Moral emotions, moral judgments, psychopathic disorder, neuroimaging.

## RESUMEN

El presente trabajo constituye una revisión crítica de los fundamentos históricos y teóricos que dieron origen a la actual teoría de las emociones morales. Asimismo, se presentan los métodos de neuroimagen y los protocolos que se han utilizado para estudiar la actividad cerebral correlacionada a las emociones morales y se analiza la función de tales regiones. Finalmente, se refiere una hipótesis para integrar los procesos cognoscitivos que subyacen a las emociones morales con los resultados que han sido reportados en los estudios neurobiológicos empíricos. Según la hipótesis, el comportamiento moral estaría regulado por una representación cognitiva sustentada por una neuromatriz que requiere de la codificación de sistemas sensoriales, la activación de reacciones fisiológicas reguladas por el tallo cerebral y el procesamiento de estímulos morales y emocionales regulado por la corteza prefrontal medial y orbitofrontal.

La experiencia subjetiva y la expresión motora de las emociones morales se originan en función de los intereses de la sociedad en su conjunto o de personas distintas a quien experimenta la emoción. Estas emociones se desencadenan típicamente en respuesta a la inferencia de un quebrantamiento de normas sociales. Además, se definen por una tendencia a la acción dirigida hacia el reestablecimiento de la norma social o del valor moral que se han percibido como quebrantados. Se han propuesto cuatro familias de emociones morales: 1) Emociones de condena, 2) Emociones de autoconciencia, 3) Emociones relativas al sufrimiento ajeno, 4) Emociones de admiración.

Recientemente, la investigación de las emociones morales se ha tornado relevante para la formación de modelos de estudio de psicopatologías que presentan conductas antisociales, particularmente de la psicopatía o Trastorno Antisocial de la Personalidad caracterizado por la falta de empatía, la despreocupación por los sentimientos y seguridad de los demás y el quebrantamiento constante de las reglas y las obligaciones sociales. La psicopatía se ha correlacionado a disfunciones en regiones cerebrales reguladoras de los procesos cognoscitivos que vinculan la experiencia afectiva con el aprendizaje de normas sociales.

En fechas recientes la investigación neurobiológica de las emociones morales se basa fundamentalmente en el registro de la actividad cerebral mediante técnicas de neuro-imagen como la Resonancia Magnética Funcional y la Tomografía por Emisión de Positrones. El registro de la actividad metabólica cerebral se realiza simultáneamente con la resolución de dilemas morales, la lectura de enunciados con contenido moral y la observación pasiva o instruida de imágenes afectivas.

Los resultados de estas investigaciones sugieren que las estructuras más relevantes implicadas en la cognición moral son la circunvolución frontal medial, la corteza del cíngulo, el precuneus, la corteza restrosplenial, el surco temporal superior, el lóbulo parietal inferior, la corteza frontal ventromedial y orbitofrontal, el polo temporal y la amígdala. Las funciones de tales estructuras se asocian a la atribución de intencionalidad al movimiento, al procesamiento de expresiones faciales, a la atribución de estados mentales en otros (teoría de la mente), al procesamiento de contextos sociales y a la evocación de eventos emocionales. Las alteraciones cerebrales asociadas a la psicopatía, coinciden en buena medida con los correlatos de las emociones morales.

Las publicaciones directamente referidas a la investigación neurobiológica de las emociones morales y elaboración de juicios abarcan un periodo reciente. Sin embargo, más allá de estos trabajos, otros estudios empíricos dirigidos al estudio de emociones, al procesamiento de empatía y a la teoría de la mente, así como a los trastornos neurológicos relacionados a comportamientos antisociales, también ayudan a una interpretación teórica de las emociones morales.

Desde el punto de vista metodológico es imprescindible la elaboración de protocolos precisos fundamentados en enfoques psicológicos que otorguen confiabilidad para desencadenar una emoción moral de interés que permita definirla y diferenciar sus cualidades específicas. Asimismo, para la formulación de modelos de psicopatologías que manifiestan comportamientos antisociales se requiere una gran precisión en el diseño e interpretación de los resultados de neuro-imagen.

**Palabras clave:** Emociones morales, juicio moral, psicopatía, neuroimagen.

## LAS EMOCIONES MORALES: DEFINICIÓN Y CONCEPTOS GENERALES

Si bien se ha demostrado que existen pautas universales para la expresión facial de ciertas emociones básicas como la ira, el enojo, la alegría, el disgusto, la ansiedad y la tristeza (14, 20, 40, 61), también se ha planteado que la expresión de las emociones puede variar en función de las costumbres, normas y creencias sociales (22). Esto no es necesariamente contradictorio. En efecto, aunque parecen existir emociones básicas y generales para la especie humana que surgen ante los mismos estímulos y cursan con expresiones o gestos similares, también se ha probado que existen otras emociones dependientes en mayor medida de la cultura, de una determinada dinámica social y de una evaluación previa a su manifestación. Este es, en especial, el caso de las llamadas emociones morales, cuya experiencia sub-

jetiva y expresión motora se originan en función de los intereses o del bienestar, ya sea de la sociedad en su conjunto o bien de personas distintas de quien experimenta la emoción. Estas emociones complejas surgen por la percepción del quebrantamiento de normas morales o por un comportamiento moralmente motivado y por lo tanto ocurren ante factores culturales y sociales que participan en su manifestación como puede ser la aparición de un público o la referencia a un valor (29).

La presencia de un componente emocional en la valoración moral había sido sugerida por filósofos como Spinoza en 1677 y Hume en 1779 (46, 59), quienes plantearon que los valores morales son definidos en una sociedad a partir de su función para otorgar satisfacción y evitar el sufrimiento. Un antecedente más directo se encuentra en la *Teoría de los sentimientos morales* de Adam Smith (58), quien asegura que el *principio de aprobación* en la filosofía moral radica en que determinadas características de un acto resulten agradables o desagradables y conduzcan a calificar una acción como buena o mala, es decir, lleven a aprobarla o a censurarla y a ejercer un comportamiento acorde con tal juicio. De manera similar, a partir de la llamada filosofía moral de principios del siglo XX, Henri Bergson (7) explica que un conjunto de sensaciones simples experimentadas por un sujeto ante un objeto o un hecho, son agrupadas paulatinamente como una emoción y luego identificadas. El individuo asocia esta emoción y el hecho que la desencadenó a un conjunto de deberes sociales compartidos con otros. Tal asociación permitiría evaluar una acción como buena o correcta si la emoción experimentada fue agradable, o bien, como mala o incorrecta si fue desagradable.

El concepto central es que las emociones morales se *desencadenan* en respuesta a la inferencia del quebrantamiento de normas sociales implícitas y explícitas, así como de estereotipos inherentes en los códigos, actitudes y creencias individuales (29, 48). Las emociones morales dependen de deseos y de resultados socialmente aceptados, por lo que el individuo elabora un juicio moral a partir del cual acepta o rechaza afectivamente una determinada situación (6). Además de los estímulos desencadenantes, las emociones morales se caracterizan por una *tendencia al refuerzo social*, es decir a dirigir su comportamiento hacia el reestablecimiento de la norma o valor moral que se percibieron quebrantados (29).

La *Teoría del agente moral relativo* sugiere que un acto moral, es decir una acción que puede valorarse de buena o correcta, o bien de mala o incorrecta, se decide a partir de una motivación personal. La valoración moral es motivada a partir de un aprendizaje social y de experiencias personales del agente o individuo que emite la valoración (65).

Las emociones morales constituyen un tema de estudio ampliamente interdisciplinario cuyo análisis no sólo involucra áreas de la psicología, la etología y la neurociencia cognitiva, sino también a la filosofía y otras humanidades hasta tocar temas jurídicos y religiosos. En este sentido las emociones morales deben ser entendidas y discutidas en referencia al concepto de moralidad, que se refiere a fenómenos psicosociales con un alto nivel de integración que incluye la inhibición de actos punitivos, la representación de acciones prohibidas, las emociones de empatía, la vergüenza y la culpa, la semántica de conceptos como bueno y malo o justicia e ideal y la aceptación de diversas obligaciones sociales (32).

En este trabajo nos enfocaremos específicamente en los aspectos neurobiológicos de las emociones morales. Damasio (17) ha propuesto que una emoción es una colección de cambios corporales o estados somáticos asociada a un conjunto de pensamientos o imágenes visuales o auditivas. La disposición para responder a estos pensamientos o imágenes es modelada y moldeada por el cerebro en función de la educación y la socialización mediante la conexión y ejecución de diferentes clases de estados o marcadores somáticos. Así, una emoción bien conocida y definida como el miedo puede desencadenar dos conductas muy diferentes pero igualmente adaptativas: huir o atacar. La disyuntiva se plantea y se decide durante el desarrollo pues el individuo aprende a identificar los estímulos que desencadenan el miedo y esto le permite valorar tales circunstancias a partir de códigos sociales aprendidos para finalmente tomar una decisión.

#### TIPOS DE EMOCIONES MORALES

Se han propuesto cuatro familias de emociones morales (29):

- (1) Emociones de condena
- (2) Emociones de autoconciencia
- (3) Emociones relativas al sufrimiento ajeno
- (4) Emociones de admiración

Las emociones morales de condena son particularmente la *ira*, el *disgusto*, el *desprecio* y la *indignación*. Se presentan ante el rompimiento de ciertos códigos morales como podrían ser la ética de la comunidad, la autonomía y la pureza física. Tienden a la acción tanto de conductas egoístas o antisociales como de conductas pro-sociales. Por ejemplo, la tendencia a la acción que produce la ira frente a la percepción de una trasgresión social puede incluir el ataque, la humillación del trasgresor o la venganza. Sin embargo, también puede propiciar conductas pro-sociales como exigir políticas en contra de la explotación o el racismo (29, 45).

Las emociones morales relativas a la *autoconciencia* incluyen la vergüenza, el pudor y la culpa. La vergüenza y el pudor se reportan cuando un individuo reconoce que ha quebrantado una convención o una norma social, por ejemplo, encontrarse en una reunión portando una vestimenta inadecuada. Estas emociones tienden a asumir comportamientos que reducen la presencia social del sujeto o a justificar y disculpar su acción. En el caso de la culpa, el sujeto percibe que su quebrantamiento ha causado o ha podido causar sufrimiento a otros. Su tendencia a la acción incluye la reducción de su presencia social y en casos extremos puede llegar al suicidio, el cual está culturalmente aprobado en ciertas sociedades. Además, en su sentido prosocial, la culpa motiva a revertir los efectos del quebrantamiento que dañaron o pudieron dañar a otro.

Las emociones morales que se desencadenan por la percepción del sufrimiento ajeno incluyen fundamentalmente a la *compasión*. En efecto, la compasión surge siempre por la inferencia de que otro sufre o padece e incluye el deseo de aliviar el sufrimiento percibido, lo que suele condicionar comportamientos altruistas hacia la víctima (29, 62).

Las emociones morales de admiración incluyen la *gratitud*, la *admiración* y la *devoción*. Son emociones relacionadas a la sensibilidad de percibir algo o a alguien considerado bueno o moralmente ejemplar. En general se consideran emociones positivas ya que son provocadas por una situación placentera y permiten la constitución de relaciones y habilidades sociales cohesivas. La gratitud se liga a un sentimiento amistoso hacia alguien que ha hecho algo benéfico para el individuo y tiende a retribuir la acción generosa. La admiración y la devoción se desencadenan por la percepción de actos evaluados como buenos, correctos o estéticos y tienden a imitarlos. Ciertas virtudes o comportamientos definidos por la caridad, la lealtad o el auto-sacrificio se derivan de estas emociones (29).

#### LA TEORÍA DE LA MENTE Y LA PSICOPATÍA

Los procesos cognoscitivos que subyacen a las emociones morales se han vinculado a la Teoría de la mente, es decir a la capacidad y la habilidad para inferir y representar los estados mentales y emocionales de otros, por ejemplo, sus deseos, sus creencias, sus intenciones y su conocimiento (52). Esta representación de la mente ajena es necesaria para la experiencia de emociones morales debido a que identifica en otro el daño provocado por el quebrantamiento de un valor moral o una norma social. Sin embargo, la teoría de la mente no es suficiente para que un sujeto tienda a una acción que alivie tal daño, ya que tal tendencia es motivada por un

contexto socio-cultural particular y por las experiencias únicas de un individuo en ese contexto. Un *agente* podría experimentar compasión por un mendigo a partir de la inferencia de que éste padece hambre, frío, enfermedades y tristeza. No obstante, aun cuando el agente identifique tales estados, su tendencia para aliviarlos podría estar determinada por una representación social aprendida que considere a los mendigos, por ejemplo, como la repercusión de un sistema social injusto, en cuyo caso tendería a ayudarlo. Pero otro agente puede considerar a los mendigos como parásitos sociales que no deben ser socorridos sino rechazados.

Durante la atribución de estados mentales a los otros, es decir cuando se ejerce la teoría de la mente, se activan tanto estructuras cerebrales antiguas vinculadas a la experiencia y ejecución conductual de emociones básicas como la amígdala y la corteza del cíngulo, así como regiones de reciente aparición filogenética como la corteza prefrontal y el surco temporal superior relacionadas con procesos cognoscitivos y emocionales complejos, por ejemplo, aquellos que requieren evaluar contextos y dinámicas sociales (13, 25, 31).

Recientemente, la investigación de las emociones morales se ha tornado relevante para el estudio de ciertas psicopatologías que presentan conductas antisociales, particularmente la psicopatía o Trastorno Antisocial de la Personalidad, caracterizado por carencia de empatía, despreocupación por los sentimientos y seguridad de los demás, quebrantamiento constante de las reglas y las obligaciones sociales y propensión a causar daño a otros para satisfacer deseos propios (18, 43, 53). El DSM IV (3) subraya que en la psicopatía ocurre una violación constante de los derechos de los otros en al menos tres de los siguientes rubros: (a) fallas en acatar normas sociales y legales que suelen conducir al arresto, (b) mentir y usar a otras personas en su beneficio, (c) impulsividad y fallas de planeación, (d) agresividad, asaltos, peleas violentas, (e) poco cuidado de la seguridad propia y ajena, (f) inestabilidad financiera y (g) falta de remordimiento.

Los individuos psicópatas manifiestan reducida ansiedad y reacciones psicofisiológicas (cardíacas y dérmicas) atenuadas ante los estímulos emocionales (30, 37, 66). Exhiben también deficiencias en la identificación de expresiones faciales, particularmente cuando éstas expresan la emoción de ira (34). Sin embargo, no presentan disfunciones en la habilidad para representar e inferir los estados mentales de otros, es decir que conservan intacta una teoría de la mente (53). La psicopatía se caracteriza entonces por una distorsión en la interpretación o aplicación de los valores morales socialmente aprendidos. Tal distorsión podría estar relacionada a una alteración en el vínculo entre el sistema afectivo con la valoración moral, más que a

una disfunción en los procesos cognitivos que subyacen al aprendizaje social y moral.

Esta suposición puede apoyarse con estudios de las regiones cerebrales disfuncionales asociadas a la psicopatía, que incluyen particularmente aquellas zonas asociadas al procesamiento de estímulos sociales complejos y al lenguaje, tales como la corteza prefrontal (1), particularmente en su región ventromedial (13), la corteza orbitofrontal, la corteza frontal polar y el lóbulo temporal anterior (43, 53). Sin embargo, también implican regiones directamente relacionadas a la experiencia y expresión de las emociones, como la amígdala, el hipotálamo ventromedial, el tálamo dorsomedial y la cabeza del núcleo caudado (43, 53).

#### MÉTODOS DE INDUCCIÓN Y REGISTRO CEREBRAL DE LAS EMOCIONES MORALES

Los métodos tradicionales para abordar la neurobiología de las emociones morales han incluido análisis clínicos de psicopatologías y lesiones cerebrales. En fechas recientes las técnicas se han enfocado a la utilización de imágenes cerebrales obtenidas a través de la Resonancia Magnética Funcional (RMf) y la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP). Para lograr imágenes funcionales relevantes a las emociones morales se registra la actividad cerebral simultáneamente a la resolución de dilemas morales (26, 27), a la lectura de enunciados con contenido moral emocional y no emocional (42, 45, 63) y a la observación pasiva o instruida de imágenes afectivas (44, 60).

El registro comparativo de la actividad cerebral por RMf durante la observación de fotografías afectivas con contenido moral (por ejemplo, niños abandonados en la calle en situación de pobreza) a diferencia de fotos emotivas sin contenido moral (por ejemplo, animales peligrosos), identifica actividad en redes límbicas, paralímbicas y corticales que incluyen la amígdala, el tálamo, la porción superior del mesencéfalo, la corteza insular, la circunvolución frontal inferior, la corteza temporo-occipital-posterior y el surco intraparietal derecho (44).

Las regiones relacionadas sólo a los estímulos emocionales de tipo moral incluyen a la corteza prefrontal medial, la corteza orbitofrontal, el surco temporal superior posterior derecho, las circunvoluciones frontal-medial, temporal-posterior derecha, temporal-medial posterior, fusiforme y occipital-inferior izquierda. Se ha interpretado que estas regiones, en particular la corteza orbitofrontal medial, en conjunto con la circunvolución frontal-medial, el surco temporal superior y el sistema límbico, se asocian al procesamiento de eventos sociales evaluados por su

contexto (44, 55). Estas regiones también participan en la detección automática de eventos sociales con contenido emocional y en la inducción de disposiciones cognitivas, emocionales y motivacionales (25, 29). Un ejemplo de este método y sus resultados se muestra en la figura 1.

En congruencia con el hecho de que las emociones de *condena* como la ira, el desprecio, el disgusto y la indignación se vinculan a la agresión (2), su inducción experimental implica principalmente a la amígdala, al área septal, al hipotálamo y a la corteza del cíngulo (16, 45, 67).

La actividad cerebral durante el disgusto puro o la indignación (45) se registra durante la lectura de enunciados como los siguientes:

“Al caminar por la calle observas a un gato comiendo su excremento” (Disgusto puro).

“En cuanto llegas a casa notas que la niñera ha puesto una araña en la cara de tu hijo” (Indignación).

Aunque el disgusto y la indignación son emociones que pertenecen a la misma familia, la actividad cerebral concomitante presenta notables diferencias. El disgusto se asocia a una activación en la amígdala, el hipocampo, el tálamo, la ínsula anterior, la corteza anterior del cíngulo, los ganglios basales y las cortezas orbitofrontal y temporal (11, 45, 60). En cambio, la indignación se correlaciona a la actividad en la corteza orbitofrontal en su división lateral, la corteza prefrontal anterior, la ínsula, la corteza anterior del cíngulo, las circunvoluciones frontal-inferior derecha, temporal-inferior derecha y frontal-superior anterior (9, 45).

Es pertinente citar la comparación entre la actividad cerebral asociada a la observación de imágenes que desencadenan disgusto e imágenes que incrementan la excitación sexual (60). En ambas condiciones se identificó activación en la corteza occipital, el hipocampo, el tálamo y la amígdala. Sin embargo la corteza insular se activó sólo en imágenes que presentaron escenas eróticas sadomasoquistas asociadas al disgusto. Estos datos han hecho suponer que las redes neuronales del disgusto y del placer sexual se insertan en un sistema que permite la supervivencia y que la actividad de la corteza insular se relaciona a un sistema de inspección interoceptiva relacionado a la memoria de experiencias somáticas intensas (18, 60).

Por otro lado, la actividad de la corteza orbitofrontal en el disgusto y la indignación es crítica para la generación espontánea de emociones en respuesta al quebrantamiento de normas morales. Empero, el disgusto puro parece ser una respuesta relativamente automática que requiere menos razonamiento abstracto en comparación con la indignación, cuyo procesamiento requiere de la activación de áreas relacionadas a experiencias socio-emocionales (45).

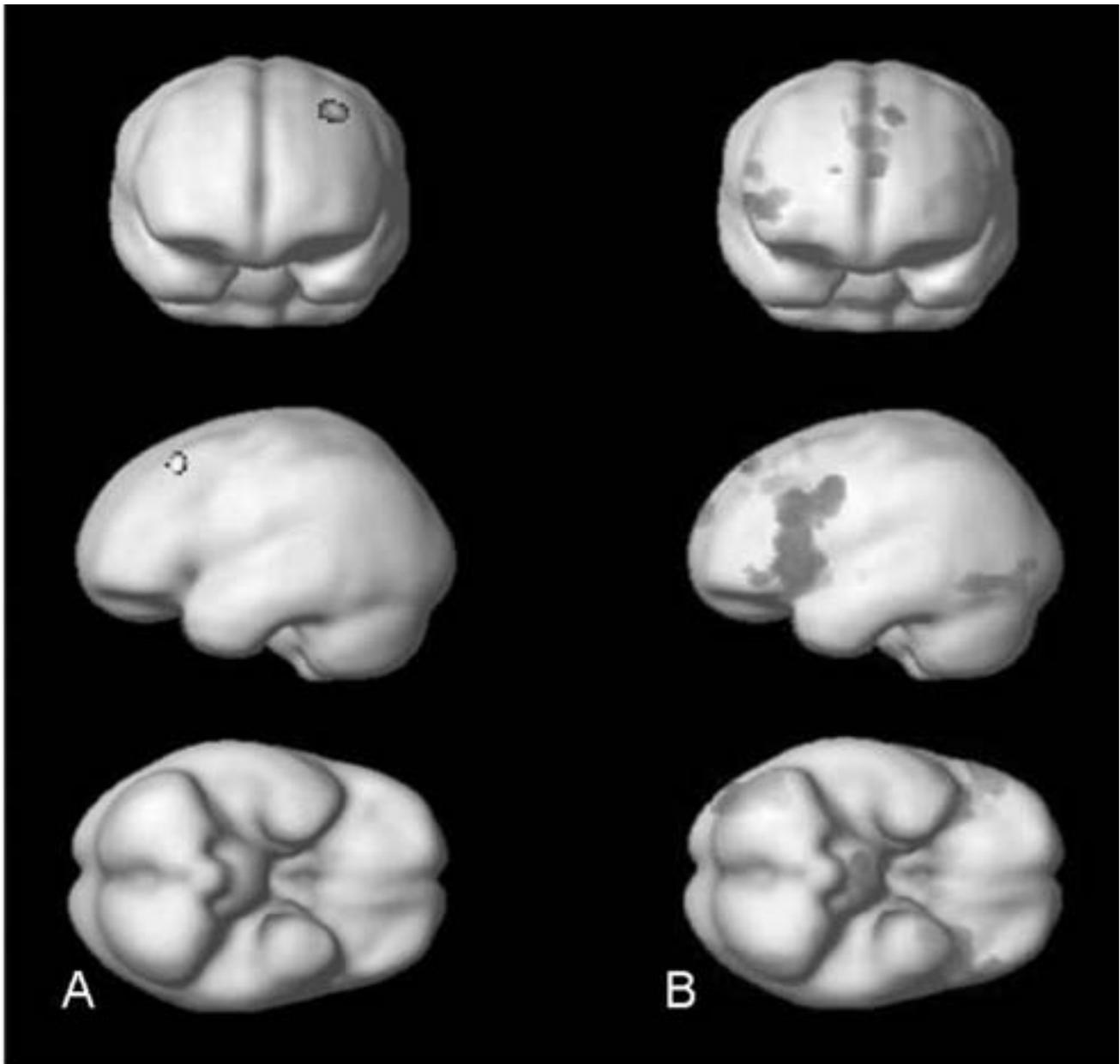


Fig. 1. Regiones cerebrales activadas e identificadas mediante resonancia magnética funcional durante la observación de fotografías que representaron escenas sociales cotidianas como gente esperando el autobús (A) y fotografías que representaron sufrimiento como gente herida o enferma (B). En este estudio de la emoción moral de compasión se distingue que la activación cerebral relacionada a esta emoción (B) incluye regiones frontales, orbitofrontales, occipitales de asociación visual y mesencefálicas, lo cual supone un procesamiento cognitivo y emocional de gran complejidad.

Resultados de R.E. Mercadillo, J.L. Díaz, E.H. Pasaye, P.M. Salgado & F.A. Barrios, «Neural correlates of visual stimulus associated to compassionate experience», Neuroscience 2006, Society for Neurosciences, Atlanta, GA.

También se han utilizado estímulos auditivos en forma de enunciados para desencadenar la emoción moral de *compasión*, por ejemplo:

“Se murió su esposa enferma”

“Hay un niño perdido en medio de la tormenta”

La actividad cerebral correlacionada a esta experiencia incluye a la ínsula, la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza orbitofrontal y el lóbulo temporal anterior derecho (43). La compasión puede vincularse al apego

como inicio del comportamiento afiliativo, lo que supondría que la actividad cerebral incluiría regiones subcorticales y límbicas precisamente asociadas al apego: el núcleo estriado ventral, el núcleo septal, la amígdala y el hipotálamo (4).

El componente desencadenante de la compasión se refiere fundamentalmente a la percepción de sufrimiento (29), este último incluye diversas manifestaciones entre las que destacan las expresiones de dolor físico

(12). La observación de expresiones faciales de dolor o de la aplicación de estímulos dolorosos a una persona, se correlaciona con la activación de regiones cerebrales involucradas en la experiencia propia y directa de dolor físico, en particular, la corteza anterior del cíngulo y la ínsula (10, 57).

En cuanto a las emociones de *autoconciencia* que incluyen la culpa, la vergüenza, el pudor y el orgullo, cabe señalar que la vergüenza y el orgullo son emociones relacionadas a la dominancia social. En congruencia con otros datos, los correlatos cerebrales de estas emociones incluyen vías dopaminérgicas y serotoninérgicas, particularmente el área tegmental ventral del mesencéfalo, el prosencéfalo y sus proyecciones a la corteza orbitofrontal y el área subgenual de la corteza anterior del cíngulo (47). A juzgar por los registros realizados con RMf, la vergüenza se asocia con la activación de la región ventral de la corteza anterior del cíngulo (8), implicada en síntomas depresivos relacionados con la baja autoestima (23). Por otro lado, los pacientes que poseen lesiones en la corteza orbitofrontal presentan carencia o disfunción en la experiencia del orgullo (5).

La comparación entre la actividad cerebral relacionada con la culpa y la vergüenza, puede ilustrarse con la investigación realizada en una población japonesa (63) y que consistió en la lectura de enunciados como los dos siguientes:

“Traicioné a mi mejor amigo” (culpa)

“Noté que el cierre de mi pantalón estaba abierto” (vergüenza)

Durante la experiencia de culpa ocurrió activación de la corteza prefrontal anterior, la corteza temporal anterior, la ínsula, la corteza anterior del cíngulo y el surco temporal superior. En cambio, la vergüenza se relacionó a la activación de la corteza prefrontal medial, la corteza temporal anterior, el surco temporal superior y la corteza orbitofrontal.

Las emociones de *admiración* (gratitud, elevación y devoción), han sido las menos estudiadas con herramientas neurobiológicas. La gratitud parecería asociarse con la actividad cerebral relacionada con la reciprocidad positiva: el núcleo estriado ventral, la corteza orbitofrontal y la corteza anterior del cíngulo (56).

Finalmente debemos mencionar a la *vergüenza*. Aunque esta emoción se acompaña de actos hostiles dirigidos a quien se percibe como dañino o enemigo no se incluyó originalmente en la clasificación de las emociones morales y es considerada una emoción desencadenada por la inferencia del quebrantamiento de normas y valores sociales.

Al registrar la actividad cerebral por TEP durante una dinámica de juegos que incluye ganancias económicas recíprocas, se observa activación en el estriado, en la corteza prefrontal ventromedial (CPFVM), en el

núcleo caudado y en la corteza orbitofrontal cuando el sujeto decide castigar a un transgresor de normas de reciprocidad. La corteza orbitofrontal, el núcleo caudado y el estriado se han relacionado al procesamiento de información de recompensas, en tanto, la CPFVM se ha vinculado al de operaciones cognitivas relacionadas a metas. Esto sugiere un vínculo entre la activación del estriado y la CPFVM para procesar la satisfacción de castigar al transgresor (19).

#### LA ACTIVIDAD CEREBRAL DURANTE LA ELABORACIÓN DE JUICIOS MORALES

Se ha propuesto que existen dos clases generales de juicio moral, uno basado en experiencias emocionales y otro en el razonamiento de las consecuencias de un hecho (26, 27). Se ha utilizado la RMf para identificar la actividad cerebral asociada a la respuesta de un dilema moral. Estos son dos textos típicos de un protocolo de investigación sobre juicios morales (27):

“*Suponga que un carro está a punto de atropellar a cinco personas, lo cual les causaría la muerte. Suponga que usted puede activar un dispositivo que desviaría el carro a otra vía, lo cual mataría solamente a una persona en lugar de las cinco. ¿Sería correcto activar el dispositivo?*”

“*Ahora suponga que la única manera de salvar a las cinco personas es que usted empuje a otra persona que está cerca de usted frente al carro, causando esto su muerte pero salvando a las primeras cinco personas. ¿Sería correcto hacerlo?*”

La mayoría de los sujetos responden “sí” en el primer caso, pero “no” en el segundo. Tales respuestas suponen que, aunque el ser humano elabora sus juicios morales basados en un razonamiento abstracto de normas aprendidas, también se sustenta en capacidades que integran la experiencia emocional en sus decisiones sociales. Así, el hecho de empujar a alguien a su muerte, implica una disposición emocional mayor que la decisión de solamente activar un dispositivo.

Si bien ambas acciones conllevan fundamentalmente el mismo fin y por tanto ambas implicarían el mismo sentido de “deber”, la acción de empujar a un tercero se percibe no sólo como un medio para salvar a otros sino, al mismo tiempo, como una trasgresión moral. Esto implica dos tipos de juicio moral, uno *impersonal* para el primer caso y uno *personal* para el segundo. Este último incluye causar daño físico a una persona que no ha infringido normas (27).

Sólo cuando el juicio es personal, los registros cerebrales muestran activación en la circunvolución frontal-medial, en la circunvolución posterior del cíngulo, en la circunvolución angular bilateral, en la corteza pre-

frontal medial y en el precuneus. Estas áreas se relacionan al procesamiento de emociones básicas y de memoria de trabajo.

Se plantea que los juicios morales impersonales son funcionalmente similares a los no morales, en tanto que los morales personales muestran una marcada influencia emocional.

Se ha identificado la actividad cerebral asociada a la elaboración de juicios personales en dilemas “fáciles” o “difíciles” mediante TEP. En un dilema fácil, se plantea una situación que no supone un conflicto intenso entre la decisión que debe tomar el sujeto y el contexto social en el cual se basa esa decisión (26). Por ejemplo:

*“Una madre adolescente debe decidir matar o no a su hijo recién nacido y no deseado. ¿Es apropiado que lo mate si es no deseado y ella es adolescente?”*

Los dilemas difíciles conllevan un conflicto intenso entre un bagaje cognitivo-social y una experiencia emocional negativa, por ejemplo:

*“Han entrado soldados enemigos a tu ciudad con la orden de matar a cualquier civil. Tú y algunos vecinos se esconden en el desván de una gran casa. Escuchas que los soldados han entrado a la casa. Tu bebé empieza a llorar fuertemente. Tapas su boca para bloquear el sonido. Si quitas la mano de su boca, su llanto llamará la atención de los soldados, quienes te matarán a ti, a tu bebé y a los demás escondidos en el desván. Para salvarte a ti y a los otros, necesitarías sofocar a tu bebé hasta la muerte. ¿Es apropiado sofocar a tu bebé para salvar tu vida y la de otros?”*

Este último dilema se considera muy difícil porque la experiencia emocional negativa asociada al pensamiento de que alguien mate a su propio hijo debe integrarse a un razonamiento abstracto que implica analizar los costos en términos de vidas que pueden salvarse. El juicio conlleva una decisión moral utilitaria en el sentido de aceptar un quebrantamiento moral personal por el bien de una mayoría.

El tiempo de reacción fue mayor cuando los juicios se respondieron apropiados en comparación con los inapropiados. Esto hace suponer que los individuos debieron procesar un juicio complejo en términos de “aceptable por el bien de otros” aunque sea contrario a la experiencia emocional negativa.

Durante la elaboración de juicios difíciles, en comparación con los fáciles, se identificó actividad en regiones asociadas a juicios personales y emociones (la ínsula anterior, la circunvolución frontal-medial, la circunvolución frontal-inferior y el precuneus), pero también se activaron áreas relacionadas a procesamientos cognitivos abstractos y contextuales (la corteza prefrontal dorsolateral anterior, los lóbulos parietales inferiores y la corteza anterior y posterior del cíngulo).

## FUNCIONES CEREBRALES INVOLUCRADAS EN LAS EMOCIONES MORALES

La ubicación de zonas cerebrales metabólicamente activas durante una tarea emocional o cognoscitiva no implica una localización de “sustratos” causales y menos la reducción explicativa de un evento mental a un evento neurofisiológico. Tal resultado indica únicamente la ubicación de redes neuronales participantes en una función nerviosa correlacionada a la tarea y de esta forma constituye una herramienta útil para enriquecer la interpretación de tal función, no sólo en términos neurofisiológicos sino también en términos psicológicos por el gran acervo de correlaciones psicofisiológicas bien conocidas. Así, ahora revisamos los correlatos cerebrales de las emociones morales en referencia particularmente a las funciones conocidas de las zonas que se activan durante las emociones morales.

Las estructuras más relevantes implicadas en la cognición moral son la circunvolución frontal media, las cortezas orbitofrontal y prefrontal, la corteza del cíngulo, el precuneus, la región temporal superior y el polo temporal, el lóbulo parietal superior, el precuneus y la amígdala.

La circunvolución frontal media se correlaciona con el procesamiento de eventos sociales evaluados contextualmente, de pensamiento complejo como el “insight” y, en conjunto con la corteza motora primaria, en el control e iniciación de movimientos voluntarios (44, 49, 55).

Las regiones prefrontal y orbitofrontal mantienen numerosas conexiones aferentes y eferentes corticales y subcorticales. En particular la corteza orbitofrontal recibe proyecciones directas de la región temporal superior, de regiones somato-sensoriales secundarias, de la corteza auditiva y de la ínsula, así como proyecciones indirectas del hipocampo vía el subiculum y de la corteza visual temporal inferior vía el tálamo. Mantiene conexiones recíprocas con la amígdala, regiones temporales inferiores de la corteza visual y con la corteza anterior del cíngulo.

La corteza prefrontal se asocia a la elaboración de juicios morales personales e impersonales a través de la observación de imágenes afectivas. También se asocia a la atribución de intencionalidad de movimiento, al procesamiento de expresiones faciales de tristeza, enojo y felicidad, así como a las habilidades de atribución propias de la teoría de la mente (25).

La corteza orbitofrontal se asocia al procesamiento de juicios morales simples a través de imágenes morales (25), la evaluación implícita de eventos sociales con cargas emocionales, la toma de decisiones (41, 42), así como los juicios morales basados en la empatía (13, 21, 27) y en la teoría de la mente (13).

La circunvolución temporal superior (CTS) incluye parte del área de Wernicke relacionada a la comprensión

del lenguaje. Su función cognitiva en las emociones morales se relaciona con la discriminación de expresiones faciales en conjunto con el hipocampo, la circunvolución parahipocámpal, la corteza orbitofrontal, las circunvoluciones temporal-medial, frontal-inferior y la ínsula (9, 28, 35, 38, 39). El papel de la CTS en el procesamiento de expresiones faciales puede entenderse a partir del envío de información hacia la corteza prefrontal, que a su vez proyecta hacia la amígdala, haciendo posible la asignación de una valoración afectiva a la expresión.

El polo temporal se relaciona con la teoría de la mente, la elaboración de juicios morales simples y la evocación de eventos emocionales autobiográficos (25). La corteza temporo-polar junto con la ínsula y el precuneus forman parte de un circuito neuronal que permite la atribución de emociones lo cual respalda un juicio moral ulterior.

La región parietal superior forma parte del área de asociación parietal que recibe proyecciones del núcleo pulvinar del tálamo y su actividad se ha relacionado con la apreciación sensorial y el reconocimiento de objetos. La actividad en el precuneus se ha asociado con la apreciación sensorial compleja, en tanto la medial se vincula con la comprensión del lenguaje en el hemisferio dominante y con la orientación del estímulo (49), la elaboración de juicios morales personales e impersonales a través de la observación de imágenes morales y también se asocia con la teoría de la mente (25).

La actividad del cíngulo en las emociones morales se relaciona con la conducta motora involucrada en la toma de decisiones con base en un procesamiento emocional. Esta región, que forma parte de circuitos relativamente definidos de la atención (51, 64), mantiene interconexiones con regiones orbitofrontales, con la amígdala y el polo temporal, y recibe información proveniente de la ínsula y de regiones corticales somatosensoriales además de que envía proyecciones al mesencéfalo, al estriado ventral y al núcleo caudado (54).

La amígdala es parte del sistema límbico y constituye una colección heterogénea de núcleos que mantienen conexiones recíprocas con el tálamo, los ganglios basales, el hipotálamo, la corteza temporal, las áreas septal y preóptica, la corteza orbitofrontal, el hipocampo, la ínsula y la corteza del cíngulo (49, 54). Su función se ha vinculado al procesamiento de imágenes morales (25) y de eventos sociales con base en la expresión facial y en su región medial se ha vinculado a la teoría de la mente (13).

#### MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS EMOCIONES MORALES

Las publicaciones sobre la neurobiología de la experiencia de emociones morales no son muy numerosas

y surgen hasta el año 2001 (8, 26, 27, 36, 42, 44, 45, 50, 56, 63). Sin embargo, diversos estudios sobre las emociones no morales (4, 9, 14-16, 18, 19, 21, 31, 60, 61), el procesamiento de empatía y la teoría de la mente (14, 21), así como los trastornos neurológicos relacionados con los comportamientos antisociales (1, 5, 23, 37, 41, 53, 66, 67), recurren a una interpretación moral de sus resultados al calificar la activación cerebral en términos de un comportamiento o un pensamiento insertos en un conjunto de reglas sociales. Existen también varios meta-análisis del comportamiento moral humano (6, 13, 22, 32, 48, 62) y proto-moral en especies no humanas (33) enfocados a la neurobiología de la elaboración de juicios morales y emociones.

Actualmente se puede detectar la necesidad de elaborar una teoría de las emociones morales que precise el número y cualidades de cada una mediante una conjunción entre la filosofía moral, las teorías del procesamiento emocional y las neurociencias.

El registro de la actividad cerebral a través de técnicas de neuroimagen implica la elaboración de protocolos precisos fundamentados en estímulos confiables para desencadenar una emoción particular que permita diferenciar sus cualidades específicas. Esto es imprescindible para el estudio de psicopatologías antisociales relacionadas a disfunciones en el sistema afectivo. En este sentido, cabe considerar que las disfunciones cerebrales asociadas a la psicopatía coinciden con gran parte de los correlatos de las emociones morales, es decir, la corteza prefrontal, la corteza orbitofrontal, el lóbulo temporal y la amígdala.

Si bien es cierto que los estudios neurológicos actuales sobre las emociones morales aún no son suficientes para establecer circuitos o vías neuronales relacionadas a la experiencia de emociones morales, sí permiten suponer que la cognición moral requiere una especialización de sistemas neuronales implicados en procesos emocionales y cognitivos. En referencia a tales sistemas o redes neuronales Moll y cols. (43) proponen la hipótesis de una matriz cerebral que manifieste los siguientes cinco componentes:

- a) La codificación de sistemas sensoriales en particular de la discriminación de elementos durante la observación de un hecho.
- b) La activación de reacciones fisiológicas periféricas reguladas por la región temporal antero-medial, el tallo cerebral y el prosencéfalo.
- c) La interacción entre procesamientos de estímulos morales y emocionales regulados por la corteza prefrontal medial y orbitofrontal.
- d) El control de acciones a largo plazo dirigido por los lóbulos frontales.
- e) La dirección del flujo conductual a través del núcleo reticular talámico.

Si bien es cierto que el uso de las técnicas de RMf y TEP han sido útiles y aun cruciales para la identificación de las regiones cerebrales involucradas en la experiencia de emociones morales, el estudio neurobiológico de estas emociones abarca diversas variables técnicas, metodológicas y conceptuales provenientes de disciplinas biológicas, sociales y de las humanidades. De esta forma, el estudio de las emociones morales en el ámbito de la neurobiología constituye un desafío científico que considere una integración no dicotómica y lineal (24) de la experiencia emocional, su moldeamiento social y su regulación cerebral. Su integración es necesaria para reflejar el continuo que conforma la moralidad como un proceso psicosocial único y emergente.

### Agradecimientos

Agradecemos al M. en C. Erick H. Pasaye Alcaraz, a la doctora Perla Salgado y al Departamento de Imagen del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía por su colaboración en la obtención de imágenes cerebrales funcionales.

### REFERENCIAS

- ANDERSON SW, BECHARA A, DAMASIO H, TRANEL D, DAMASIO AR: Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nat Neurosci*, 2:1032-1037, 1999.
- ARSENIO WF, LEMERISE EA: Aggression and moral development: integrating social information processing and moral domain models. *Child Dev*, 75:987-1002, 2004.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION: *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV)*. Washington, 1995.
- BARTELS A, ZEKI S: The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage*, 21:1155-1166, 2004.
- BEER JS, HEEREY EA, KELTNER D, SCABINI D, KNIGHT RT: The regulatory function of self-conscious emotion: insights from patients with orbitofrontal damage. *J Pers Soc Psychol*, 85:594-604, 2003.
- BENNETT M, MATTHEWS L: The role of second-order belief-understanding and social context in children's self-attribution of social emotions. *Social Development*, 9:126-130, 2000.
- BERGSON H: *Las Dos Fuentes de la Moral y la Religión*. Altaza. España, 1996.
- BERTHOZ S, ARMONY JL, BLAIR RJ, DOLAN RJ: An fMRI study of intentional and unintentional (embarrassing) violations of social norms. *Brain*, 125:1696-1708, 2002.
- BLAIR RJ, MORRIS JS, FRITH CD, PERRETT DI, DOLAN RJ: Dissociable neural responses to facial expressions of sadness and anger. *Brain*, 122(Pt 5):883-893, 1999.
- BOTVINICK M, JHA AP, BYLSMA LM, FABIAN SA y cols.: Viewing facial expressions of pain engages cortical areas involved in the direct experience of pain. *Neuroimage*, 25:312-319, 2005.
- BUCHANAN TW, TRANEL D, ADOLPHS R: Anteromedial temporal lobe damage blocks startle modulation by fear and disgust. *Behav Neurosci*, 118:429-437, 2004.
- CARRUTHERS P: Suffering without subjectivity. *Philosophical Studies*, 121:99-125, 2004.
- CASEBEER WD: Moral cognition and its neural constituents. *Nat Rev Neurosci*, 4:840-846, 2003.
- COULSON M: Attributing emotion to static body postures: Recognition accuracy, confusions, and viewpoint dependence. *J Nonverbal Behavior*, 28:117-139, 2004.
- CRITCHLEY HD, MATHIAS CJ, DOLAN RJ: Neuroanatomical basis for first- and second-order representations of bodily states. *Nat Neurosci*, 4:207-212, 2001.
- CRITCHLEY HD, ROTSHTEIN P, NAGAI Y, O'DOHERTY J y cols.: Activity in the human brain predicting differential heart rate responses to emotional facial expressions. *Neuroimage*, 24:751-762, 2005.
- DAMASIO A: *El Error de Descartes: La Razón de las Emociones*. Andrés Bello. Santiago de Chile, 1996.
- DAMASIO AR, GRABOWSKI TJ, BECHARA A, DAMASIO H.: Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nat Neurosci*, 3:1049-1056, 2000.
- DE QUERVAIN DJ, FISCHBACHER U, TREYER V, SCHELLHAMMER.: The neural basis of altruistic punishment. *Science*, 305:1254-1258, 2004.
- EKMAN P: Facial expression and emotion. *Am Psychol*, 48:384-392, 1993.
- FARROW TF, ZHENG Y, WILKINSON ID, SPENCE SA y cols.: Investigating the functional anatomy of empathy and forgiveness. *Neuroreport*, 12:2433-2438, 2001.
- FRIDJA N: Passions: Emotion and socially consequential behavior. En: Kavanaugh R, Zimmerberg B, Fein S (eds). *Emotion: Interdisciplinary Perspectives*. Lawrence Erlbaum Associates, 1-28, Nueva Jersey, 1996.
- FU CH, WILLIAMS SC, CLEARE AJ, BRAMMER MJ: Attenuation of the neural response to sad faces in major depression by antidepressant treatment: a prospective, event-related functional magnetic resonance imaging study. *Arch Gen Psychiatry*, 61:877-889, 2004.
- GOULD SJ: Pathways of discovery. Deconstructing the «science wars» by reconstructing an old mold. *Science*, 287:253-255, 257-259, 261, 2000.
- GREENE J, HAIDT J: How (and where) does moral judgment work? *Trends Cogn Sci*, 6:517-523, 2002.
- GREENE JD, NYSTROM LE, ENGELL AD, DARLEY JM, COHEN JD: The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44:389-400, 2004.
- GREENE JD, SOMMERVILLE RB, NYSTROM LE, DARLEY JM, COHEN JD: An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293:2105-2108, 2001.
- HABEL U, KLEIN M, KELLERMANN T, SHAH NJ, SCHNEIDER F: Same or different? Neural correlates of happy and sad mood in healthy males. *Neuroimage*, 26:206-214, 2005.
- HAIDT J: The moral emotions. En: Davidson RJ, Scherer K, Goldsmith H (eds). *Handbook of Affective Sciences*. Oxford University Press, 852-870, Oxford, 2003.
- HALE LR, GOLDSTEIN DS, ABRAMOWITZ CS, CALAMARI JE, KOSSON DS: Psychopathy is related to negative affectivity but not to anxiety sensitivity. *Behav Res Ther*, 42:697-710, 2004.
- HAXBY JV, HOFFMAN EA, GOBBINI MI: The distributed human neural system for face perception. *Trends Cogn Sci*, 4:223-233, 2000.
- KAGAN J: Human morality and temperament. *Nebr Symp Motiv*, 51:1-32, 2005.
- KATZ LD: *Evolutionary Origins of Morality: Cross-disciplinary Perspectives*. Imprint Academic. Thorventon, 2000.
- KOSSON DS, SUCHY Y, MAYER AR, LIBBY J: Facial affect recognition in criminal psychopaths. *Emotion*, 2:398-411, 2002.

35. LANE RD, FINK GR, CHAU PM, DOLAN RJ: Neural activation during selective attention to subjective emotional responses. *Neuroreport*, 8:3969-3972, 1997.
36. LEVESQUE J, JOANETTE Y, MENSOUR B, BEAUDOIN G y cols.: Neural basis of emotional self-regulation in childhood. *Neuroscience*, 129:361-369, 2004.
37. LORBER MF: Psychophysiology of aggression, psychopathy, and conduct problems: a meta-analysis. *Psychol Bull*, 130:531-552, 2004.
38. MARKOWITSCH HJ, VANDEKERCKHOVEL MM, LANFERMANN H, RUSS MO: Engagement of lateral and medial prefrontal areas in the ecphory of sad and happy autobiographical memories. *Cortex*, 39:643-665, 2003.
39. MAYBERG HS, LIOTTI M, BRANNAN SK, MCGINNIS S y cols.: Reciprocal limbic-cortical function and negative mood: converging PET findings in depression and normal sadness. *Am J Psychiatry*, 156:675-682, 1999.
40. MESTON CM, HEIMAN JR, TRAPNELL PD, CARLIN AS: Ethnicity, desirable responding, and self-reports of abuse: A comparison of european- and Asian-ancestry undergraduates. *J Consulting Clinical Psychology*, 67:139-144, 1999.
41. MILNE E, GRAFMAN J: Ventromedial prefrontal cortex lesions in humans eliminate implicit gender stereotyping. *J Neurosci*, 21:RC150, 2001.
42. MOLL J, DE OLIVEIRA-SOUZA R, BRAMATI IE, GRAFMAN J: Functional networks in emotional moral and non-moral social judgments. *Neuroimage*, 16:696-703, 2002.
43. MOLL J, DE OLIVEIRA-SOUZA R, ESLINGER PJ: Morals and the human brain: a working model. *Neuroreport*, 14:299-305, 2003.
44. MOLL J, DE OLIVEIRA-SOUZA R, ESLINGER PJ, BRAMATI IE,: The neural correlates of moral sensitivity: a functional magnetic resonance imaging investigation of basic and moral emotions. *J Neurosci*, 22:2730-2736, 2002.
45. MOLL J, DE OLIVEIRA-SOUZA R, MOLL FT, IGNACIO FA y cols.: The moral affiliations of disgust: a functional MRI study. *Cogn Behav Neurol*, 18:68-78, 2005.
46. MONTEIRO J: *Novos Estudos Humeanos*. Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Lisboa, 2003.
47. MORGAN D, GRANT KA, GAGE HD, MACH RH y cols.: Social dominance in monkeys: dopamine D2 receptors and cocaine self-administration. *Nat Neurosci*, 5:169-174, 2002.
48. NICHOLS S: Norms with feeling: towards a psychological account of moral judgment. *Cognition*, 84:221-236, 2002.
49. ORRISON W: *Atlas of Brain Function*. Thieme. Nueva York, 1995.
50. PHAN KL, MAGALHAES A, ZIEMLEWICZ TJ, FITZGERALD DA y cols.: Neural correlates of telling lies: a functional magnetic resonance imaging study at 4 Tesla. *Acad Radiol*, 12:164-172, 2005.
51. POSNER MI, SHEESE BE, ODLUDAS Y, TANG Y: Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Networks*, 19:1422-1429, 2006.
52. PREMACK D, WOODRUFF G: Chimpanzee problem-solving: a test for comprehension. *Science*, 202:532-535, 1978.
53. RICHELL RA, MITCHELL DGV, PESCHARDT KS, WINSTON JS y cols.: Trust and distrust: the perception of trustworthiness of faces in psychopathic and non-psychopathic offenders. *Personality Individual Differences*, 38:1735-1744, 2005.
54. ROLLS ET: *Emotion Explained*. Oxford University Press. Nueva York, 2005.
55. ROLLS ET, HORNAK J, WADE D, MCGRATH J: Emotion-related learning in patients with social and emotional changes associated with frontal lobe damage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 57:1518-1524, 1994.
56. SINGER T, KIEBEL SJ, WINSTON JS, DOLAN RJ, FRITH CD: Brain responses to the acquired moral status of faces. *Neuron*, 41:653-662, 2004.
57. SINGER T, SEYMOUR B, O'DOHERTY JP, STEPHAN KE, DOLAN RJ, FRITH CD: Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, 439:466-469, 2006.
58. SMITH A: *Teoría de los Sentimientos Morales*. Fondo de Cultura Económica. México, 1941.
59. SPINOZA B: *Ética Demostrada Según el Orden Geométrico*. Porrúa. México, 1990.
60. STARK R, SCHIENLE A, GIROD C, WALTER B y cols.: Erotic and disgust-inducing pictures—differences in the hemodynamic responses of the brain. *Biol Psychol*, 70:19-29, 2005.
61. STERNGLANZ RW, DEPAULO BM: Reading nonverbal cues to emotions: The advantages and liabilities of relationship closeness. *J Nonverbal Behavior*, 28:245-266, 2004.
62. STÜRMER S, SNYDER M, OMOTO AM: Prosocial emotions and helping: the moderating role of group membership. *J Pers Soc Psychol*, 88:532-546, 2005.
63. TAKAHASHI H, YAHATA N, KOEDA M, MATSUDA T y cols.: Brain activation associated with evaluative processes of guilt and embarrassment: an fMRI study. *Neuroimage*, 23:967-974, 2004.
64. TAYLOR JG, FRAGOPANAGOS NF: The interaction of attention and emotion. *Neural Netw*, 18:353-369, 2005.
65. TILLEY J: Justifying reasons, motivating reasons and agent relativism in ethics. *Philosophical Studies*, 1-27, 2004.
66. VERONA E, PATRICK CJ, CURTIN JJ, BRADLEY MM, LANG PJ: Psychopathy and physiological response to emotionally evocative sounds. *J Abnorm Psychol*, 113:99-108, 2004.
67. VOLAVKA J: The neurobiology of violence: an update. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 11:307-314, 1999.