



**CORRELATOS CEREBRALES DE LA PERCEPCIÓN DEL SUFRIMIENTO EN OTRO:
UN ESTUDIO POR RESONANCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL**

Roberto Emmanuele Mercadillo Caballero

Instituto de Neurobiología
Universidad Nacional Autónoma de México

Tesis que presenta el Licenciado en Psicología Roberto Emmanuele Mercadillo Caballero
para obtener el grado de Maestro en Ciencias (Neurobiología)

Directores de tesis:

Dr. Fernando Alejandro Barrios Alvarez

Dr. José Luis Díaz Gómez

Campus Juriquilla, Querétaro, Abril, 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para amarlo todo, para compadecerlo todo, humano y extrahumano, viviente y no viviente, es menester que los sientas dentro de ti mismo, que lo personalices todo... Solo compadecemos, es decir, amamos, lo que nos es semejante... Si llego a compadecer y amar a la pobre estrella que desaparecerá del cielo un día, es porque el amor, la compasión, me hace sentir en ella una conciencia, más o menos oscura, que la hace sufrir por no ser más que una estrella y por tener que dejarlo de ser un día. Pues toda conciencia lo es de muerte y de dolor.

Conciencia, *conscientia*, es conocimiento participado, es consentimiento, y con-sentir es com-padecer.

Miguel de Unamuno, 1913
Del sentimiento trágico de la vida

AGRADECIMIENTOS

La finalización de este escrito y la grata estancia de dos años en la ciudad de Querétaro, no hubieran sido posibles sin el soporte de mi familia, por lo cual, en primer lugar agradezco a mis padres (Norma y Roberto), a mi hermana (Yattzel) y a mi amigo (Daniel).

Un proyecto de investigación en posgrado inicia con la propuesta de una idea, cuyos alcances deben ser analizados y, sobretodo, correspondidos por conocedores del tema. Así, la ejecución de este trabajo inició por la confianza otorgada por los doctores Fernando A. Barrios Alvarez y José Luis Díaz Gómez, quienes no sólo fungieron como guías de la investigación, sino gentilmente proporcionaron los medios adecuados para proyectarla, difundirla y hacer notar su relevancia en el ámbito científico, todo ello en un ambiente de confianza y respeto. A ambos, un profundo agradecimiento.

También es justo agradecer y señalar la participación de los doctores Raúl Paredes Guerrero y Hugo Merchant Nancy, quienes como parte de mi comité tutorial, aportaron durante cuatro semestres valiosas críticas para acotar y corregir el desarrollo del proyecto. Asimismo, agradezco la revisión final de esta tesis a las doctoras, y estimadas profesoras, Sofía Díaz Miranda, Josefina Ricardo Garcell y Margarita Lagarde Lozano.

El cumplimiento de los cursos y término del proyecto fue posible gracias al financiamiento otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (No. Becario 194470) y por DGAPA a través del donativo PAPIIT número IN106707. Así también, reconozco el apoyo del Programa de Movilidad Estudiantil de la UNAM para la realización de estancias en el extranjero y de la coordinación del Programa de Maestría del Instituto de Neurobiología para la participación en congresos y seminarios. Por supuesto que esto demandó el eficiente trabajo de la Bib. Pilar Galarza Barrios y el Bib. Rafael Silva Cruz quienes proporcionan la organizada búsqueda de referencias en la Biblioteca del Instituto de Neurobiología. También en esta institución, agradezco el constante cuidado en los trámites e información proporcionados por la Quim. Leonor Casanova Rico y su equipo de

trabajo (Magdalena Reyes y Yolanda Orduña) en el Departamento de Enseñanza y el apoyo técnico del Departamento de Cómputo por los Ingenieros Alberto Lara Ruvalcaba y Omar González Hernández. Agradezco la asesoría personal en estadística de la Dra. Magdalena Giordano Loyola

Agradezco el apoyo otorgado por la Dra. Perla Salgado Lujambio para la adquisición de imágenes por resonancia magnética funcional y el invaluable apoyo técnico del M. en C. Erick Pasaye Alcaraz, en la Unidad de Neuroimagen del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez.

Doy gracias a los 100 voluntarios quienes amable y desinteresadamente participaron en el cargado estudio de evaluación emocional y en el registro por resonancia magnética funcional.

Para el desarrollo de este proyecto recibí apoyo constante de mis compañeros en la entonces Unidad de Análisis de Imágenes, Ing. Elsa Nydia Hernández Ríos y M. en C. Leopoldo González Santos, así como de mis colegas de sitio, Psic. Lourdes Lara Ayala, M. en C. Juan José Ortiz Retana, Dr. Juan Romero y M. en C. Sarael Alcaucer. A ellos les agradezco la resolución de continuas dudas técnicas, la enseñanza en el uso del equipo y los momentos de camaradería compartiendo café y galletas.

Finalmente, pero no menos importante, correspondo a los agradables (y en ocasiones estresantes) momentos que compartí con mis compañeros de generación (Carmen, Mónica, Cristina, Eunice, Vicente y Carlos) y con mi comprensiva y apreciada "rumate" Jimena por, entre muchos otros eventos, acompañar desayunos y cenas y por soportar noches de desvelo. Un reconocimiento especial merece Claudia Castillo por su instrucción y apoyo en diversos tópicos y sobretodo por brindarme una sólida amistad.

**CORRELATOS CEREBRALES DE LA PERCEPCIÓN DEL
SUFRIMIENTO EN OTRO: UN ESTUDIO POR RESONANCIA
MAGNÉTICA FUNCIONAL**

INDICE

RESUMEN	1
SUMMARY.....	2
INTRODUCCIÓN: LAS EMOCIONES MORALES Y LA COMPASIÓN.....	3
1. CONCEPTOS GENERALES.....	3
2. DEFINICIÓN DE COMPASIÓN Y SU RELACIÓN CON LA TEORÍA DE LA MENTE.....	7
A. La definición de compasión.....	7
B. La teoría de la mente	10
3. FUNDAMENTOS CEREBRALES DE LA EXPERIENCIA EMOCIONAL.....	11
A. El circuito de Papez y el cerebro tripartita de Mac Lean	11
B. Reacciones emocionales autónomas	13
C. Reconocimiento de expresiones y emociones básicas	15
D. Memoria y atención de eventos emocionales	16
4. CORRELATOS CEREBRALES DE LAS EMOCIONES Y EL JUICIO MORALES.....	19
A. Actividad cerebral correlacionada a la experiencia de emociones morales.....	19
B. La actividad cerebral durante la elaboración de juicios morales	25
5. ESTRUCTURAS CEREBRALES Y MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS EMOCIONES MORALES	28
JUSTIFICACIÓN.....	32
OBJETIVOS.....	33
ESTUDIO 1: EVALUACIÓN EMOCIONAL Y ANÁLISIS DE ESTÍMULOS DESENCADENANTES DE COMPASIÓN.....	34
1. HIPÓTESIS.....	34
2. ESTUDIO PILOTO.....	34

3. MÉTODO	35
A. Participantes	36
B. Estímulos Visuales	37
C. Material de Evaluación Emocional	37
D. Procedimiento	39
E. Análisis de datos	40
4. RESULTADOS	41
A. Categorías de estímulos	41
B. Correlaciones	42
C. Puntajes compasivos	44
5. ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS	44
A. Diferencias entre hombres y mujeres	44
B. Comparación transcultural	47
6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS CONDUCTUALES	52
7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO CONDUCTUAL Y PROSPECTOS	54
ESTUDIO 2: ACTIVIDAD CEREBRAL ASOCIADA A LA OBSERVACIÓN DE ESTÍMULOS DESENCADENANTES DE COMPASIÓN	55
1. PREDICCIÓN	55
2. MÉTODO	55
A. Participantes	55
B. Presentación de los estímulos	55
C. Adquisición de imágenes	58
D. Análisis de imágenes funcionales	59
3. RESULTADOS	59
4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS FUNCIONALES	70
A. Regiones cerebrales identificadas: coincidencias con reportes previos	70
B. Funciones de las regiones identificadas	72
<i>Regiones frontales</i>	72
<i>Regiones temporales</i>	75
<i>Regiones parietales y occipitales</i>	76
<i>Corteza del cíngulo y región parahipocampal</i>	77
<i>La ausencia de la amígdala</i>	77
5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO FUNCIONAL Y PROSPECTOS	78
DISCUSION GENERAL	80
1. POSIBLES PROCESOS NEURO-COGNITIVOS INVOLUCRADOS EN LA COMPASIÓN	80

2. ¿REDES NEURONALES DE LA EXPERIENCIA COMPASIVA?	82
CONCLUSIONES	84
REFERENCIAS	86
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	95

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1. Términos relacionados a compasión.....	11
Figura 1. Circuito Papez.....	15
Figura 2. Cerebro tripartita de Mac Lean.....	16
Figura 3. Circuito neuronal de la experiencia emocional.....	21
Tabla 2. Regiones cerebrales de la emoción.....	21
Figura 4. Estímulos emocionales morales.....	23
Figura 5. Localización de regiones cerebrales.....	32
Figura 6. Escala de evaluación emocional.....	41
Figura 7. Ejemplo de la escala calificada.....	43
Tabla 3. Categorías de estímulos visuales.....	45
Figura 8. Correlaciones.....	46
Figura 9. Diferencias de género.....	49
Tabla 4. Comparación transcultural.....	53
Figura 10. Comparación transcultural.....	54
Figura 11. Representación del paradigma relacionado a eventos en el estudio por RMf.....	61
Tabla 5. Actividad cerebral en la serie compasión vs objetos paisajes.....	64
Tabla 6. Actividad cerebral en la serie compasión vs social neutra.....	64
Tabla 7. Actividad cerebral en la serie social neutra vs objetos-paisajes.....	65
Tabla 8. Actividad cerebral en el contraste de la serie 1 vs serie 3.....	65
Figura 12. Actividad cerebral en la serie compasión vs objetos paisajes.....	66
Figura 13. Actividad cerebral en la serie compasión vs social neutra.....	67
Figura 14. Actividad cerebral en la serie social neutra vs objetos-paisajes.....	69
Figura 15. Actividad cerebral en el contraste de serie 1 vs serie 3.....	71
Tabla 9. Regiones cerebrales involucradas en la experiencia emocional.....	73
Tabla 10. Regiones cerebrales involucradas en la experiencia de emociones morales.....	74
Tabla 11. Regiones cerebrales involucradas en procesos cognitivo-emocionales y morales.....	75

RESUMEN

La compasión es una emoción moral desencadenada por la percepción del sufrimiento de otros y que motiva un comportamiento de ayuda. El estudio neurobiológico de las emociones morales utiliza el registro de la actividad cerebral mediante técnicas de neuroimagen funcional simultáneo a la percepción de estímulos con contenido moral y emocional. Los reportes sobre estos hallazgos aún son reducidos y se requieren de estudios dirigidos a cada una de estas emociones usando estímulos en diferentes modalidades sensoriales estrictamente definidos. Los objetivos del presente trabajo fueron conformar una batería de imágenes desencadenantes de compasión e identificar la actividad cerebral relacionada a la observación de estas imágenes. Ochenta y cuatro fotografías del Sistema Internacional de Imágenes Afectivas fueron evaluadas por 60 voluntarios, entre 24 y 35 años de edad, para identificar sus dimensiones emocionales. Un conjunto de estas imágenes, calificadas como altamente compasivas, fueron aplicadas en un diseño para el registro de la actividad cerebral asociada a su observación mediante resonancia magnética funcional. Los resultados conductuales muestran que la experiencia de compasión se desencadena por la observación de expresiones de dolor físico o enfermedad y se asocia a la experiencia de desagrado, excitación y dominancia características de las emociones negativas. Los resultados funcionales muestran actividad cerebral principalmente en regiones corticales prefrontales, en el polo temporal y en las regiones límbicas del cíngulo y parahipocampo. Estas regiones se han reportado en estudios de neuroimagen sobre emociones básicas negativas, juicios morales, teoría de la mente, memoria y atención. Se propone que la compasión se experimenta a partir de estos procesos cognitivos y sus regiones cerebrales reguladoras y que forman parte de un sistema que permite diferenciar diversas experiencias emocionales a partir de códigos aprendidos individual y socialmente.

SUMMARY

Compassion is a moral emotion elicited by the perception of other's suffering and motivate helping behaviors. The neurobiological research on moral emotions employs the scanning of the brain activity with neuroimaging techniques while subjects perceive emotional and moral stimuli. There are not many reports on this topic so then, it is necessary the investigation directed to explore the neurobiological correlations of each of these emotions by using different sensorial modalities and strictly defined stimuli. The objectives of this work were to form a collection of pictures eliciting compassion and the identification of the brain activity related to view these pictures. In order to identify emotional dimensions associated with the stimuli, 60 volunteers (age 24-35 yr.) evaluated 84 pictures extracted from the International Affective Picture System. One group of these pictures were classified as highly compassionate and were used in a event-related design to acquire the brain activity related to their watching by using functional magnetic resonance imaging. Behavioral results indicate that the experience of compassion is elicited by viewing expression of physical pain or illness, and it is associated with experiences of negative emotions, such as, displeasure, excitation and dominance. Functional results principally show cortical brain activity in prefrontal regions and the temporal pole, and limbic areas such as, the anterior cingulate and the parahippocampal cortex. These brain regions have been reported in neurobiological investigations about basic negative emotions, moral judge, theory of mind, memory and attention. It is proposed that the experience of compassion emerge from these cognitive processes, which neural regulation is part of a system that permits the differentiation of several emotional experiences based on personal and social learned codes.

INTRODUCCIÓN:

LAS EMOCIONES MORALES Y LA COMPASIÓN

1. 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, el rechazo, la ansiedad y la tristeza (Coulson, 2004; Ekman, 1993; Meston, Heiman, Trapnell & Carlin, 1999; Sternglanz & DePaulo, 2004), también se ha planteado que la expresión de las emociones puede variar en función de las costumbres, normas y creencias sociales (Fridja, 1996). Estos dos hechos no son necesariamente contradictorios. En efecto, aunque existen emociones básicas y generales para toda la especie humana que surgen ante los mismos estímulos y cursan con expresiones o gestos muy 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 subjetiva y expresión motora se originan en función de los intereses o del bienestar sea de la sociedad en su conjunto o bien de personas distintas a 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 (Haidt, 2003).

La introducción de un componente emocional en la valoración moral había sido ya sugerida hace varios siglos por filósofos como Spinoza en 1677 y Hume en 1779 (Monteiro, 2003; Spinoza, 1990), quienes plantearon que los valores morales son definidos en una sociedad a partir de su función para otorgar satisfacción y evitar el sufrimiento. Sin embargo, el antecedente del planteamiento más actual de las emociones morales se encuentra en la “*Teoría de los sentimientos morales*” del filósofo Adam Smith (1941). Según este autor, 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 (1996) explica que un conjunto de sensaciones simples experimentadas ante un objeto o un hecho por un sujeto, son agrupadas paulatinamente y luego denominadas o identificadas como una emoción. Posteriormente, el individuo asocia esta emoción y el hecho que la desencadenó a un conjunto de deberes sociales compartidos con otros individuos. Tal asociación permitiría evaluar una acción como buena o correcta si la emoción experimentada fue agradable, o bien, como mala o incorrecta si la experiencia fue desagradable.

El concepto central en la actualidad 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 a los códigos, actitudes y creencias individuales (Haidt, 2003; Nichols, 2002). De igual forma, las emociones morales dependen de deseos y resultados socialmente aceptados, por lo que el individuo elabora un juicio moral a partir del cual acepta o rechaza afectivamente una determinada situación (Bennett & Matthews, 2000). Además de los estímulos desencadenantes, las emociones morales se caracterizan por una *tendencia al refuerzo social*, es decir a dirigir el comportamiento hacia el reestablecimiento de la norma o valor moral que se percibieron como quebrantados (Haidt, 2003).

En este punto es importante mencionar a la *Teoría del agente moral relativo* (Tilley, 2004), pues ésta sugiere que un acto moral, es decir una acción que puede valorarse en términos de buena o correcta, o bien de mala o incorrecta, se decide a partir de una motivación personal. Esto es: la elaboración de una valoración moral es motivada a partir de un aprendizaje social y de experiencias personales relativas al agente o individuo que emite la valoración.

Con lo planteado hasta ahora es posible suponer que las emociones morales constituyen un tema de estudio ampliamente interdisciplinario, cuyo análisis no sólo involucraría las áreas de la psicología y la neurociencia cognitiva, sino que implicaría también a la filosofía y otras humanidades hasta tocar temas jurídicos y religiosos.

Precisamente en este sentido de amplia relevancia, las emociones morales deben ser entendidas y discutidas en referencia al concepto general de moralidad. Este concepto se refiere a diversos fenómenos psicosociales de un alto nivel de integración que incluyen la inhibición de actos punitivos, la representación de acciones prohibidas, las emociones de empatía, vergüenza y culpa, la semántica de conceptos como bueno y malo o justicia e ideal y la aceptación de diversas obligaciones sociales (Kagan, 2000; 2005).

Dentro del amplio espectro que plantean las emociones morales, algunos autores se han enfocado en propuestas neurobiológicas. En este sentido, una de las propuestas que más ha influido el estudio reciente de las emociones es la formulada por Damasio (1996). Este autor propone que una emoción es una colección de cambios corporales llamados estados somáticos, asociada a un conjunto de pensamientos (que él mismo define como imágenes visuales o auditivas) en regiones específicas del cerebro. Además el autor diferencia entre la emoción y el sentimiento; éste último no es sólo una colección de cambios corporales, sino es una respuesta cognitiva asociada con el nexo causal entre un pensamiento y su estado somático resultante, es decir, el sentimiento es una condición netamente subjetiva que no se encuentra necesariamente relacionada a las manifestaciones fisiológicas de una emoción, como la aceleración del latido cardiaco o la sudoración.

De acuerdo con la teoría de los *marcadores somáticos* de Damasio, la disposición para responder a los pensamientos es moldeada neuronalmente en función de la educación y la socialización, mediante la conexión y ejecución de diferentes clases de estados somáticos. Por ejemplo, una emoción bien conocida y definida como el miedo puede desencadenar dos conductas muy diferentes pero igualmente adaptativas: huir o atacar. Durante la ontogenia, el individuo aprende a identificar los estímulos que desencadenan el miedo y puede diferenciar entre aquellas circunstancias que ameritan la huída o el ataque, o bien aquellas que desencadenan un sentimiento de miedo pero no implican la ejecución de conductas adaptativas. Esto le permitirá valorar tales circunstancias a partir de códigos sociales aprendidos para finalmente tomar una decisión. Huelga decir que, de acuerdo a la teoría de las emociones morales, esta toma decisiones puede sustentarse en valores morales aprendidos socialmente (Haidt, 2003).

Otra propuesta que ha influido el desarrollo de la teoría de las emociones morales es la *Teoría dimensional* (Lang, Bradley & Cuthbert, 1998), la cual propone un triple sistema de respuesta emocional: la conducta externa, los informes verbales y la actividad fisiológica. De acuerdo a esta teoría predominantemente centralista, la emoción es una disposición a la acción, dirigida por la memoria, la cual almacena datos simbólicos organizados de manera asociativa que, al ser evocados, generan valoraciones cognitivas que determinan una toma de decisión.

Se han propuesto cuatro familias de emociones morales (Haidt, 2003):

- (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 ejecución tanto de conductas egoístas o antisociales como 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 o la humillación del trasgresor y la venganza. Sin embargo, también puede propiciar conductas pro-sociales como exigir políticas en contra de la explotación o el racismo (Haidt, 2003; Moll et al., 2005a).

Las emociones morales relativas a la *autoconciencia* incluyen la *vergüenza*, el *pudor* y la *culpa*. La vergüenza y el pudor se desencadenan y se reportan cuando un individuo reconoce que ha quebrantado una convención o una norma social, por ejemplo, asistir a una reunión con una vestimenta muy inadecuada. Estas emociones tienden a 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 podido causar sufrimiento a otros. Su tendencia a la acción incluye la reducción de la presencia social del sujeto y en casos extremos puede llegar al suicidio. Además, en su

sentido pro-social, la culpa motiva a revertir los efectos del quebrantamiento que dañaron o pudieron dañar a otro (Haidt, 2003; Takahashi et al., 2004).

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 otorgar confort o ayuda para aliviar el sufrimiento percibido, lo cual suele condicionar comportamientos altruistas hacia la víctima de un daño (Haidt, 2003; Lazarus, 1991). Dado que la compasión es la emoción que interesa en este trabajo, se abordaran de manera más amplia su definición y sus estímulos desencadenantes en el siguiente apartado.

Las emociones morales *de admiración* incluyen a la *gratitud*, la *admiración* y la *devoción*. Son emociones relacionadas a la sensibilidad de percibir algo o 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 (Haidt, 2003).

2. DEFINICIÓN DE COMPASIÓN Y SU RELACIÓN CON LA TEORÍA DE LA MENTE

A. La definición de compasión

En el apartado anterior se describió a la compasión como una emoción moral que es desencadenada por la percepción del sufrimiento ajeno, e incluye la tendencia conductual a otorgar confort o aliviar el sufrimiento percibido. En este punto es preciso decir que el término sufrimiento se refiere a un evento causal que representa una frustración de metas y

de bienestar, desencadena emociones negativas y/o provoca dolor (Carruthers, 2004).

En México existen varios términos que pueden utilizarse y confundirse con el de compasión, los cuales pueden variar de acuerdo con la intensidad emocional que un sujeto reporte experimentar. En la tabla 1 se presentan algunos términos que de acuerdo con (Díaz & Flores, 2001), aluden a la experiencia emocional de la compasión.

Tabla 1. Términos relacionados a compasión

Términos	Antónimos
Compasión	Ira
Conniseración	Irritación
Lástima	Enfado
Mansedumbre	Enojo
Misericordia	Indignación
Piedad	Coraje
Clemencia	Saña
Condolencia	Crueldad
Abnegación	Rabia
Caridad	Furia
Altruismo	Furor
Generosidad	Venganza
	Cólera

Términos afines a compasión y sus antónimos listados de acuerdo a su intensidad (de arriba hacia abajo) en una población mexicana. *Modificado de Díaz y Flores (2001).

Dada esta confusión conceptual de términos relacionados a la compasión, es preciso otorgar una definición que describa las cualidades básicas de esta emoción. Debido a que la compasión incluye una capacidad para inferir el estado emocional y mental de otro, se ha confundido con el concepto de empatía. Sin embargo, si bien experimentar empatía es un factor predictivo de la conducta de alivio o confort dirigida hacia alguien que sufre

(Stürmer, Snyder & Omoto, 2005), implica la tendencia a experimentar de manera similar cualquier emoción que se infiere en otra persona, no sólo en circunstancias relacionadas al sufrimiento, sino de otras emociones como la alegría o la ira (Haidt, 2003).

Por otro lado, debido a su tendencia conductual de aliviar el sufrimiento percibido, el concepto de compasión se ha confundido también con el de altruismo. Sin embargo, este último repercute en beneficios genéticos para el altruista (Cartwright, 2001; Krebs & Davis, 1996), beneficios sociales o intercambio de recursos (Cronin, Kurian & Snowdon, 2005; Tomasello & Call, 1997), lo cual no ha sido claramente encontrado en el comportamiento compasivo.

A diferencia de las compasivas, las conductas altruistas pueden presentarse en especies que carecen del sustrato neurobiológico requerido para procesar afectiva y cognitivamente estímulos sociales, por ejemplo los insectos sociales (Wilson, 1980). Muchos animales pueden cooperar entre ellos solamente por la mutua atracción a los mismos recursos, aunque no comprendan los procesos de reciprocidad y la finalidad de la cooperación (Cronin et al., 2005). Una excepción ampliamente estudiada son los chimpancés (*Pan troglodytes*), que manifiestan comportamientos complejos como la reconciliación, el consuelo, la cooperación, el contagio emocional, la prescripción de reglas sociales, la internalización de reglas, la anticipación de castigos, el sentido de regulación social, la venganza, la agresión contra quebrantadores de reglas de reciprocidad y la mediación de conflictos (Flack & de Waal, 2000). Estos datos han hecho sugerir que la compasión es una capacidad emocional-cognitiva desarrollada en etapas evolutivas recientes de los primates, particularmente en los homínidos. El vestigio de compasión homínida más antiguo se infiere en el enterramiento de Shanidar, descubierto en 1971. En él se encuentra el esqueleto de un varón neandertal adulto de aproximadamente 40 años de edad (datado de hace 60,000 años), cuyo estado representa severas incapacidades de nacimiento y otras heridas tardías. De acuerdo a Eccles (1996), tales incapacidades hubieran impedido su vida hasta los 40 años de no ser por el cuidado y ayuda de la tribu. De esta forma se infieren capacidades compasivas en los miembros de esta especie.

Varios autores han planteado que la compasión es una capacidad cognitiva y afectiva que se relaciona a la inferencia de las necesidades y padecimientos, físicos o emocionales, de otros, así como incluye una tendencia conductual a aliviar tales padecimientos (Haidt, 2003; Hoffding, 1904; Lagarde, 2001; Lazarus, 1991; Moll, de Oliveira-Souza, Bramati & Grafman, 2002a).

Con base en lo anterior y para propósitos de este trabajo, la *compasión* es considerada una *emoción moral*, y definida como *un sentimiento de pena o aflicción desencadenado cuando se percibe el sufrimiento o pena de otro, cuya tendencia a la acción es confortar o aliviar el sufrimiento percibido*.

B. La teoría de la mente

Los procesos cognitivos que subyacen a la compasión, y en general a todas las emociones morales, se han vinculado a la *Teoría de la mente*, la cual se refiere a un proceso cognitivo relacionado a inferir y representar los estados mentales y emocionales de otros, por ejemplo, sus deseos, creencias, intenciones y conocimiento (Premack & Woodruff, 1978). Esta representación de la mente ajena es necesaria para la experiencia de emociones morales debido a que constituye la aproximación para identificar en otro el daño provocado, sea físico o emocional, por el quebrantamiento de un valor moral o una norma social. Sin embargo, cabe señalar que la teoría de la mente no es suficiente, aunque es necesaria, para que un sujeto tienda a una acción que alivie el daño percibido, ya que tal tendencia en las emociones morales es motivada por un contexto socio-cultural particular y por las experiencias únicas de un individuo en ese contexto. Para ejemplificar esto aludiremos a un caso hipotético en el cual un individuo al que llamaremos *el agente* podría experimentar compasión por un mendigo en la calle a partir de la inferencia de que éste padece hambre, frío, enfermedades y tristeza. Sin embargo, aún cuando *el agente* identifique tales estados, su tendencia a la acción 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.

El sustrato neurobiológico de la teoría de la mente incluye a estructuras cerebrales antiguas vinculadas a la experiencia de emociones básicas, como son la amígdala¹ y la corteza del cíngulo (Casebeer, 2003; Greene & Haidt, 2002), pero también incluye regiones de reciente aparición filogenética tales como la corteza prefrontal y el surco temporal superior, relacionadas a procesos cognitivos y emocionales complejos, por ejemplo, aquellos que requieren evaluar contextos y dinámicas sociales (Casebeer, 2003; Greene & Haidt, 2002; Haxby, Hoffman & Gobbini, 2000).

3. FUNDAMENTOS CEREBRALES DE LA EXPERIENCIA EMOCIONAL

A. El circuito de Papez y el cerebro tripartita de Mac Lean

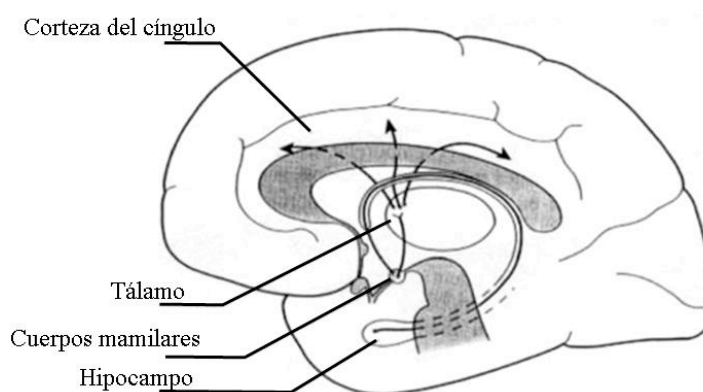
Papez en 1947, propuso un circuito cerebral de las emociones, que inicia con actividad en el hipocampo y posteriormente éste proyecta a los centros mamilares, los cuales envían información a la corteza de cíngulo a través de los núcleos talámicos anteriores. (Kandel, Jessell, Schwartz, 1997). Según Papez, la emoción está regulada por conexiones cortico-hipotalámicas y por la intervención talámica, ya que las aferencias sensoriales que llegan hasta el tálamo se difunden hacia la corteza cerebral, a los ganglios basales y al hipotálamo, estableciéndose tres rutas: la corriente del pensamiento hacia la corteza, la del movimiento hacia los ganglios basales y la del sentimiento hacia el hipotálamo (ver Figura 1)

Dos años más tarde, en 1949, Mac Lean sugirió un modelo tripartita, en el cual la capa más antigua y profunda del cerebro, el cerebro reptiliano, representa una herencia

¹ Aunque el nombre de amígdala es usado comúnmente, esta no constituye una estructura sino un complejo heterógeno de núcleos cuya división principal es el grupo corticomediale y el basolateral. Estos 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.

evolutiva que se refleja en la actual organización del mesencéfalo y que regula conductas automáticas indispensables para la supervivencia, como respirar. En el siguiente estrato se encuentra el cerebro mamífero antiguo, encargado de la conservación de la especie y del individuo, que incluye estructuras que regulan la alimentación, el escape, la evitación, la lucha y la búsqueda de placer, las cuales corresponden al sistema límbico. El tercer nivel, o cerebro mamífero nuevo, es responsable de estrategias racionales y de la capacidad verbal usada para discriminar el ambiente de manera más fina y se identifica con la neocorteza (ver Figura 2).

Figura 1. Circuito Papez

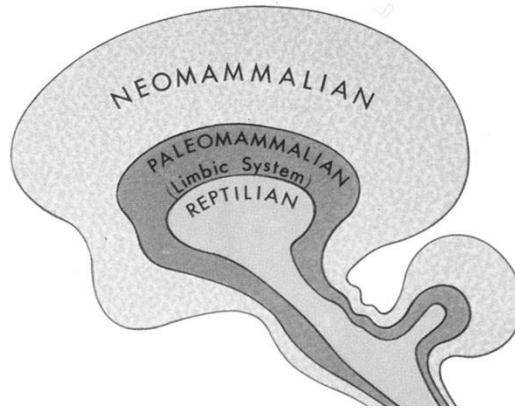


El esquema muestra la actividad originada en el hipocampo, el cual proyecta a los cuerpos mamilares y éstos posteriormente al tálamo. A partir del tálamo la información es distribuida a la corteza del cíngulo. *Imagen modificada de www.ouhscphysio.org.

El circuito de Papez establece una conexión neuronal lineal que no ha sido posible establecer en emociones complejas. Por otro lado, el cerebro tripartita de Mac Lean identifica una división modular de la función cerebral que no coincide con algunas propuestas actuales. Sin embargo, su mención es importante en este apartado porque constituyen dos de las primeras propuestas contemporáneas para comprender el comportamiento emocional regulado por diferentes sistemas neuronales, pero considerando una actividad conjunta y emergente. De esta forma, ambos autores otorgaron relevancia a la función básica de las emociones para la supervivencia, que alude a regiones internas o mediales de los lóbulos temporales, frontales y parietales, y sus conexiones centrales con los núcleos amigdalinos, la región septal, el área preóptica, el hipotálamo, la porción

anterior del tálamo y la central del mesencéfalo. Asimismo, consideran también las regiones corticales relacionadas con aquellas emociones que requieren de un procesamiento cognitivo más complejo.

Figura 2. Cerebro tripartita de Mac Lean.



Representación que muestra el primer estrato constituido por el cerebro reptiliano (reptilian), el segundo por el cerebro mamífero antiguo o paleocerebro (paleomammalian) y el tercero por el cerebro mamífero nuevo (neomammalian). * Imagen modificada de <http://phe.rockefeller.edu/sthubert/fig2.jpg>.

Asumiendo lo anterior como antecedente y tomando en cuenta que la técnica utilizada en el presente trabajo es la resonancia magnética funcional, a continuación se muestran algunos hallazgos surgidos a partir del estudio de diferentes procesos emocionales que han utilizado técnicas de neuroimagen funcional.

B. Reacciones emocionales autónomas

Las reacciones fisiológicas más básicas de una emoción, como el incremento en el flujo sanguíneo o el ritmo cardíaco, son consecuencia de la activación de redes neuronales. Por ejemplo, en el miedo, la amígdala proyecta desde su núcleo central a áreas del sistema nervioso asociadas a reacciones autónomas: al hipotálamo provocando el incremento de la presión sanguínea y al área periacueductal que se relaciona a la respuesta motora inmovilidad (Bennett & Hacker, 2005).

La propuesta autónoma de las emociones había sido sugerida por William James en “*Principios de Psicología*” (James, 1989/1890), en donde intentó responder a la cuestión ¿qué ocurre primero, la experiencia emocional o la activación fisiológica? Casi simultáneamente, Carl Lange en 1885(Oatley & Jenkins, 1996), formuló una teoría para indagar una cuestión similar. A partir de las propuestas de ambos autores, la *Teoría de James-Lange* o *Teoría periférica de la emoción*, sugiere que las aferencias viscerales son las que dan lugar a una emoción. Esto es, un estímulo desencadena una serie de reacciones a nivel fisiológico y posteriormente la percepción de estas reacciones da origen a lo que identificamos como una emoción. Sin embargo, a pesar de su innovación y lógica, la propuesta *James-Lange* dejaba ambiguas algunas interrogantes necesarias para la comprensión del estudio emocional, por ejemplo, ¿qué ocurre en el momento en que se percibe el estímulo para que provoque una reacción visceral en el organismo?

Cannon en 1914 (Oatley & Jenkins, 1996) discute la teoría de James-Lange al argüir que (1) algunos cambios corporales o fisiológicos no son específicos de una emoción sino de varias; (2) los cambios fisiológicos que provocan la emoción pueden eliminarse sin que la emoción se afecte o modifique; (3) muchas veces la experiencia de la emoción es inmediata y previa sus cambios fisiológicos; (4) la manipulación de un organismo para provocar cambios fisiológicos no produce una verdadera emoción. Poco más tarde, Bard en 1934 (Oatley & Jenkins, 1996) encontró que los gatos decorticados eran capaces de mostrar respuestas de rabia, por tanto las reacciones afectivas debían ser reguladas a nivel subcortical. Estos argumentos dieron origen a la *Teoría de Canon-Bard* o *Teoría centralista de la emoción*. Según esta teoría, la expresión de las emociones se debe a la activación de neuronas talámicas que retroalimentan a la corteza y a la activación de músculos y vísceras. El sustrato de la emoción es entonces el *sistema nervioso central*.

Actualmente, a través del uso de técnicas de neuroimagen se propone que el incremento del latido cardiaco que ocurre durante la observación de imágenes afectivas se correlaciona a una neuromatriz que incluye la corteza anterior del cíngulo, la ínsula anterior, la amígdala, la porción anterior izquierda del hipocampo, la cabeza del núcleo caudado, la circunvolución lingual y la fusiforme, la corteza temporal superior derecha, el

tálamo, el vermis cerebelar y el puente del tallo cerebral (Critchley et al., 2005). Se ha sugerido que tales regiones son un sustrato para traducir la percepción visual de expresiones emocionales a respuestas cardíacas diferenciadas, por tanto representan una interfase para la generación selectiva de reacciones viscerales que contribuyen a las reacciones emocionales y evidencia su papel en el control cardiovascular (Barbas, Saha, Rempel-Clower & Ghashghaei, 2003). En la Figura 5 se presenta la localización de algunas de las regiones cerebrales descritas en este apartado.

C. Reconocimiento de expresiones y emociones básicas

En relación a la actividad cerebral relacionada a las emociones básicas, Habel, Klein, Kellerman, Shah & Schneider (2005) muestran que durante la discriminación de expresiones faciales de tristeza y felicidad, se observa una activación similar en el hipocampo y en las circunvoluciones parahipocámpal y temporal superior. La activación en la amígdala izquierda es más notoria cuando se observan expresiones faciales de miedo y de tristeza, en tanto cuando son de alegría o de placer la activación es bilateral (Breiter et al., 1996; Habel et al., 2005; Morris et al., 1998).

Durante la observación de expresiones faciales y escenas que denotan tristeza e ira, se observa activación en la corteza prefrontal-ventrolateral, la amígdala (particularmente en la izquierda), la circunvolución temporal superior, la corteza orbitofrontal derecha, las circunvoluciones temporal-medial, frontal-inferior y precentral, la ínsula anterior (Blair, Morris, Frith, Perrett & Dolan, 1999; Lane, Fink, Chau & Dolan, 1997; Markowitsch, Vandekerckhove, Lanfermann & Russ, 2003; Mayberg et al., 1999), la circunvolución fusiforme, el polo temporal (Wang, McCarthy, Song & Labar, 2005) y la corteza occipito-temporal (Aalto et al., 2002).

Estos datos podrían sugerir que el procesamiento de expresiones negativas, es decir, emociones que son desencadenadas por situaciones percibidas como displacenteras o desagradables, es regulado por una interacción entre la corteza prefrontal y la amígdala, particularmente en el hemisferio izquierdo. La corteza prefrontal-ventrolateral mantiene

proyecciones hacia la amígdala, y las neuronas en esta área de la corteza prefrontal reciben información de la circunvolución temporal superior, cuya activación se asocia a la memoria de las expresiones faciales observadas. Asimismo, el núcleo talámico dorsal-medial recibe proyecciones de diversos núcleos amigdalinos y mantiene proyecciones con la porción medial de la corteza prefrontal, por tanto este núcleo podría fungir como mediador entre la amígdala y la corteza prefrontal. En este punto cabe agregar que las emociones negativas son generalmente evaluadas con una valencia o valoración afectiva baja, desencadenan altos niveles de activación o alertamiento y se asocian a una experiencia subjetiva de sometimiento (Lang, Bradley & Curberth, 2005). En la Figura 5 se presenta la localización de algunas de las regiones cerebrales descritas en este apartado.

D. Memoria y atención de eventos emocionales

La memoria y la atención son dos procesos cognitivos básicos que se relacionan de diferentes maneras con la experiencia de una emoción. Por ejemplo, la memoria de eventos emocionales se describe más vívida y difícil de olvidar que la de eventos sin alta valencia emocional, lo cual se atribuye a efectos positivos del alertamiento, la consolidación de la memoria a través de la cooperación entre la amígdala y los lóbulos temporales mediales, que implica una neuromodulación adrenérgica y de glucocorticoides (McGaugh, 2000). Por tanto, la actividad de la amígdala, una estructura que recurrentemente se activa en la experiencia de emociones, influye en la adquisición del aprendizaje en el hipocampo y en el almacenamiento de memoria la neocorteza (Bennett & Hacker, 2005; Cahill & McGaugh, 1998).

Se ha observado activación del hipocampo y del área parahipocampal durante el recuerdo de experiencias emocionales (Phan, Wager, Taylor & Liberzon, 2002), activación que también se observa en la categorización de expresiones faciales (Critchley et al., 2005; Habel et al., 2005; Stark et al., 2005) y procesamiento de imágenes afectivas (Stark et al., 2005).

Las interconexiones entre el núcleo basal de la amígdala y la corteza prefrontal (región que se relaciona a la evaluación y la atención de los elementos que integran un estímulo), hacen sugerir que esta última es un mediador de la memoria episódica debido a que permite valorar y otorgar una valencia emocional negativa a los eventos vividos, previamente procesados en la amígdala y hacer su recuerdo más duradero (Emery, 2000; Windmann & Kutas, 2001).

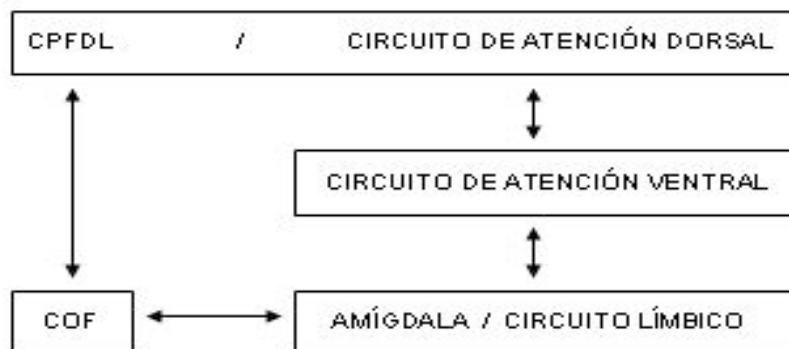
Con relación a la atención se ha observado que durante la introspección de estados emocionales, se presenta actividad en tres regiones: en la corteza anterior del cíngulo, en la corteza prefrontal y en la amígdala (Hariri, Bookheimer & Mazziotta, 2000; Keightley et al., 2003; Lane et al., 1997; Reinders et al., 2003; Taylor, Phan, Decker & Liberzon, 2003). El análisis clínico a través técnicas de imágenes funcionales en pacientes neurológicos, ha sugerido que las cortezas prefrontal-ventral y prefrontal-medial participan en la toma de decisiones, en comportamientos sociales basados en emociones, en la auto-supervisión de estados emocionales, en la valoración de estímulos visuales aversivos, en la atención anticipativa y en la habilidad de dirigir acciones coordinadas intencionalmente (Kawasaki et al., 2001; Miller & Cohen, 2001; Tarkka & Mnatsakanian, 2003).

Taylor y Fragopanagos (2005) plantean que existen dos vías para que un evento o un estado emocional pueda influir en la atención. Una incluye la retroalimentación de la amígdala a la corteza orbitofrontal, ésta última vinculada a la autoregulación de estados emocionales y la cognición social. La otra vía, más indirecta, incluye el intercambio de información entre áreas corticales frontales, particularmente entre la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza del cíngulo, cuya parte más ventral se asocia al procesamiento de estímulos afectivos y la parte más dorsal a la resolución de conflictos y la consecuente preparación de la respuesta (ver Figura 3).

Phan, Wager, Taylor y Liberzon (2002) realizaron una revisión de 55 estudios de neuroimagen dirigidos a investigar la actividad cerebral vinculada a las emociones. De acuerdo con estos autores, las regiones cerebrales de mayor relevancia que se vinculan a la neuroanatomía funcional del procesamiento emocional se muestran en la Tabla 2. En la

Figura 5 se presenta la localización de algunas de las regiones cerebrales descritas en este apartado.

Figura 3. Circuito neuronal de la experiencia emocional



La experiencia emocional puede influir en procesos de atención a través de proyecciones entre la amígdala y regiones frontales: La vía directa representa el intercambio de información entre la amígdala y la corteza orbitofrontal (COF). La vía indirecta implica proyecciones primarias entre la amígdala y la región ventral de la corteza del cíngulo y proyecciones secundarias entre la región dorsal del cíngulo y la corteza prefrontal-dorsolateral (CPDL). * Extraído de Taylor y Fragopanagos (2005), p. 360:

Tabla 2. Regiones cerebrales de la emoción

<i>Región neuroanatómica</i>	<i>Función en el procesamiento emocional</i>
Corteza prefrontal-medial	Presenta actividad recurrente en el procesamiento emocional. Se vincula a la evaluación de los elementos que conforman un estímulo emocional y su integración con procesos de atención y aprendizaje social.
Corteza occipital	Procesamiento de estímulos emocionales visuales
Corteza anterior del cíngulo y corteza insular	Procesamiento de estímulos emocionales evocados o imaginados. Resolución de tareas cognitivas que incluyen estímulos emocionales
Amígdala	Integración visceral a través de proyecciones al hipotálamo. Integración del comportamiento ejecutivo de las emociones a través de proyecciones a los ganglios basales y a regiones de relevo como los núcleos talámicos. Influencia en el aprendizaje y la memoria a través de conexiones con la corteza temporal y el hipocampo.

Resumen de las regiones y estructuras cerebrales que se relacionan a diferentes procesos implicados en la experiencia emocional descritos por Phan et al. (2002).

4. CORRELATOS CEREBRALES DE LAS EMOCIONES Y EL JUICIO MORALES

A. Actividad cerebral correlacionada a la experiencia de emociones morales

Los métodos para abordar la neurobiología relacionada a las emociones morales han incluido análisis clínicos de psicopatologías y lesiones cerebrales. Sin embargo en fechas recientes las técnicas de análisis se han enfocado principalmente 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 del cerebro relevantes a las emociones morales usualmente se registra la actividad cerebral simultáneamente a la resolución de dilemas morales (Greene, Nystrom, Engell, Darley & Cohen, 2004; Greene, Sommerville, Nystrom, Darley & Cohen, 2001), a la lectura de enunciados con contenido moral emocional y no emocional (Moll et al., 2002a; Moll et al., 2005a; Takahashi et al., 2004) y a la observación, sea pasiva o instruida, de imágenes afectivas (Moll et al., 2002b; Stark et al., 2005).

El registro de la actividad cerebral por RMf durante la observación de fotografías afectivas tanto con contenido moral (por ejemplo, niños en situación de pobreza abandonados en la calle) como carente de éste (por ejemplo, animales peligrosos) (ver Figura 4), 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 (Moll et al., 2002b).

Las regiones relacionadas solamente a los estímulos emocionales de tipo moral incluyen además, 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, particularmente 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 contextualmente (Moll et al., 2002b; Rolls,

Hornak, Wade & McGrath, 1994). Estas regiones también participan en la detección automática de eventos sociales con contenido emocional y en la inducción de disposiciones cognitivas, emocionales y motivacionales (Greene & Haidt, 2002; Haidt, 2003).

Figura 4. Estímulos emocionales morales



Ejemplo de estímulos emocionales visuales utilizados en el registro de la actividad cerebral mediante RMf. * Fotografías extraídas del Archivo Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS) (Lang et al. 2005).

Las emociones de *condena* como la ira, el desprecio, el disgusto y la indignación se vinculan a la agresión (Arsenio & Lemerise, 2004). Su activación neurobiológica implica principalmente a la amígdala, al área septal, al hipotálamo y a la corteza del cíngulo (Critchley et al., 2005; Moll et al., 2005a; Volavka, 1999).

Se ha registrado la actividad cerebral simultáneamente a la lectura de enunciados que desencadenan disgusto puro e indignación (Moll et al., 2005a). Ejemplos de ambos enunciados son los siguientes:

- Disgusto puro
“Al caminar por la calle observas a un gato comiendo su excremento”
- Indignación

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

Aunque son emociones que pertenecen a la misma familia, la actividad cerebral presenta notables diferencias. El disgusto se asocia a 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 (Buchanan, Tranel & Adolphs, 2004; Moll et al., 2005a; Stark et al., 2005). En cambio, la indignación se correlaciona a 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 (Blair et al., 1999; Moll et al., 2005a).

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 (Stark et al., 2005). En ambas condiciones se identifica activación en la corteza occipital, el hipocampo, el tálamo y la amígdala. Sin embargo la corteza insular se activó solamente en imágenes que presentaron escenas eróticas sado-masoquistas asociadas al disgusto. Estos datos han hecho suponer que las redes neuronales del disgusto y del placer sexual se insertan en un sistema motivacional 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 (Damasio et al., 2000; Stark et al., 2005).

Por otro lado, la actividad de la corteza orbitofrontal en el disgusto y la indignación es crítica para la generación 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 (Moll et al., 2005a).

En el caso de la emoción moral de *compasión* también se han utilizado estímulos auditivos para desencadenarla en forma de enunciados derecho (Moll, de Oliveira-Souza & Eslinger, 2003), 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 (Moll, de Oliveira-Souza & Eslinger, 2003). De manera conceptual, la compasión puede vincularse al apego como inicio del comportamiento afiliativo, lo que supondría que la actividad neuronal asociada incluiría regiones subcorticales y límbicas precisamente asociadas al apego: el núcleo estriado ventral, el núcleo septal, la amígdala y el hipotálamo (Bartels & Zeki, 2004).

En cuanto a las emociones *de autoconciencia* que incluyen a 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 previos, las bases neuronales de estas emociones incluyen regiones de las vías dopaminérgicas y serotoninérgicas, particularmente el área tegmental ventral del mesencéfalo, el prosencéfalo y sus proyecciones a la corteza orbitofrontal y la corteza anterior del cíngulo (Morgan et al., 2002). A juzgar por los registros realizados con RMf, la vergüenza se asocia a la activación de la región ventral de la corteza anterior del cíngulo (Berthoz, Armony, Blair & Dolan, 2002), la cual está implicada en síntomas depresivos relacionados a baja autoestima (Fu et al., 2004). Por otro lado, los pacientes que poseen lesiones en la corteza orbitofrontal carecen de la experiencia del orgullo (Beer, Heerey, Keltner, Scabini & Knight, 2003).

La comparación entre la actividad cerebral relacionada a la culpa y la vergüenza, puede ilustrarse con una investigación realizada en una población japonesa (Takahashi et al., 2004), que consistió en la lectura de enunciados tales como:

- Culpa

“Traicioné a mi mejor amigo”

- Vergüenza

“Noté que el cierre de mi pantalón estaba abierto”

La experiencia de culpa indicó 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 admiración) han sido las menos estudiadas con herramientas neurobiológicas. La gratitud parecería asociarse a actividad cerebral relacionada a la reciprocidad positiva: el núcleo estriado ventral, la corteza orbitofrontal y la corteza anterior del cíngulo (Singer, Kiebel, Winston, Dolan & Frith, 2004).

Finalmente es preciso mencionar a la *venganza*. Esta emoción se acompaña de actos hostiles dirigidos a quien se percibe como dañino o enemigo. Aunque no se incluyó en la clasificación de las emociones morales, 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 núcleo estriado, en la corteza prefrontal-ventromedial, en el núcleo caudado y en la corteza orbitofrontal cuando el sujeto decide castigar a un trasgresor de normas de reciprocidad. La corteza orbitofrontal, el núcleo caudado y el estriado dorsal se han relacionado al procesamiento de información de recompensas, en tanto, la corteza prefrontal ventromedial al de operaciones cognitivas relacionadas a metas. Esto sugiere un vínculo entre la activación del estriado y la corteza prefrontal ventromedial para procesar la satisfacción de castigar al trasgresor (de Quervain et al., 2004).

Más recientemente, basados en la evidencia de que la empatía que se experimenta por la percepción del dolor ajeno se vincula a la actividad en las cortezas anterior y frontal de la ínsula y en la corteza anterior del cíngulo, Singer et al. (2006) han publicado una investigación dirigida a estudiar los correlatos cerebrales de la empatía y su influencia por la percepción de injusticia en otros. Dado lo novedoso del experimento y su relevancia al tema de la compasión, vale la pena explicarlo detalladamente. El diseño consistió de una

primera fase en la cual el sujeto fue inducido a adquirir una percepción de agrado y desagrado en dos actores. Para lograr esto, los sujetos jugaron una versión del Dilema del Prisionero en la cual un primer jugador (el sujeto) puede confiar 10 puntos iniciales del juego (los cuales son traducidos en ganancias económicas reales al finalizar el juego) a un segundo jugador (actor 1 o actor 2), sabiendo que cada punto otorgado puede ser triplicado al final del juego. El segundo jugador tiene dos opciones para continuar: La opción “justa” implica corresponder recíprocamente al primer jugador otorgándole una suma de entre 0 a 10 puntos, los cuales son también convertidos en ganancias económicas reales y triplicados. O bien, en la opción “injusta”, el segundo jugador puede no corresponder al primero y de esta forma quedarse con los puntos confiados y por consecuencia con su ganancia económica. Durante el juego, el actor 1 participó de manera justa y recíproca con el sujeto, mientras el actor 2 lo hizo de manera injusta. Al finalizar el juego se realizaron diversos cuestionarios a los sujetos, en los cuales se estableció una percepción de justicia y agrado en el actor 1 y de injusticia, desagrado y deseo de venganza en el jugador 2; en esta última categoría los hombres obtuvieron una calificación significativamente mayor que las mujeres.

En la segunda fase, el sujeto fue introducido en un equipo de resonancia magnética funcional. Los dos jugadores, el justo y el injusto, fueron colocados a cada lado del equipo de resonancia, de tal manera que el sujeto podía observar las manos de ambos actores. En las manos de los tres participantes fueron colocados electrodos. La obtención de imágenes funcionales se realizó durante dos condiciones: 1) la estimulación eléctrica dolorosa simultánea en las manos del sujeto y el actor justo y 2) en el sujeto y en el jugador injusto.

Los resultados muestran activación de las cortezas anterior y frontal de la ínsula y la corteza anterior del cíngulo bilateralmente durante la estimulación dolorosa de los sujetos y del actor justo. Sin embargo, en los hombres esta actividad se redujo significativamente en la corteza anterior insular y la corteza anterior del cíngulo cuando el estímulo doloroso se compartía con el actor injusto. Además de ello, cuando el sujeto observaba la estimulación dolorosa en el actor injusto se registró actividad en regiones asociadas al procesamiento de

recompensas: el estriado ventral, el núcleo accumbens y la corteza orbitofrontal. La activación fue significativamente mayor en los hombres (Singer et al., 2006).

A partir de los datos de estas investigaciones, Singer et al. (2006) suponen que el estriado mantiene dos funciones: las proyecciones aferentes al estriado dorsal se relacionan al aprendizaje de acciones correctas y maximización de recompensas, en tanto que las proyecciones al estriado ventral, incluido el núcleo accumbens, se relacionan a la predicción de recompensas y en el aprendizaje pavloviano. Si bien las conclusiones de los autores no fueron explícitas ni extensas, exponen la actividad del estriado ventral como señal indicativa de recompensa cuando un trasgresor de reglas de reciprocidad está recibiendo dolor. De acuerdo a los autores, estos resultados confirman diversas teorías sociales que sugieren que los seres humanos experimentan satisfacción simplemente por observar la administración de la justicia. En la Figura 5 se presenta la localización de algunas de las regiones cerebrales descritas en este apartado.

B. La actividad cerebral durante la elaboración de juicios morales

A través de estudios que utilizan técnicas de neuroimagen se ha propuesto que existen dos clases generales de juicio moral, uno basado en experiencias emocionales y otro en un razonamiento de las consecuencias de un hecho (Greene et al., 2004; Greene et al., 2001). Para esto se ha identificado la actividad cerebral asociada a la respuesta de un dilema moral. Estos son dos textos típicos de un protocolo de investigación sobre juicios morales a través de dilemas (Greene et al., 2001):

“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 en la decisión de solamente activar un dispositivo (Greene et al., 2001).

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 ya 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 un daño físico a una persona que no ha infringido normas (Greene et al., 2001).

Los registros cerebrales muestran activación en la circunvolución frontal-media, en la circunvolución posterior del cíngulo, en la circunvolución angular, en la corteza prefrontal medial, en el precuneus y en el surco temporal superior cuando el juicio es personal, pero no cuando es impersonal o no moral. 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.

Por otro lado, 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 (Greene et al., 2004). Por ejemplo:

“Una madre adolescente debe decidir matar o no a su hijo no deseado recién nacido. ¿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 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, es decir, el juicio conlleva una decisión moral utilitaria en el sentido de aceptar un quebrantamiento moral personal por el bien de una mayoría (Mill, 1974).

El tiempo invertido para otorgar una respuesta fue menor cuando los juicios respondieron “apropiado”. En tanto, cuando los sujetos respondieron “inapropiado” el tiempo de reacción fue significativamente mayor. Esto hace suponer que en el caso de los dilemas “inapropiados” los individuos debieron procesar un juicio de mayor complejidad 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-media, la circunvolución frontal-inferior y el precuneus), pero también se activaron áreas relacionadas a procesamientos cognitivos abstractos y contextuales (la corteza prefrontal, los lóbulos parietales inferiores y la corteza anterior y posterior del cíngulo). En la Figura 5 se presenta la localización de algunas de las regiones cerebrales descritas en este apartado.

5. ESTRUCTURAS CEREBRALES Y MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS EMOCIONES MORALES

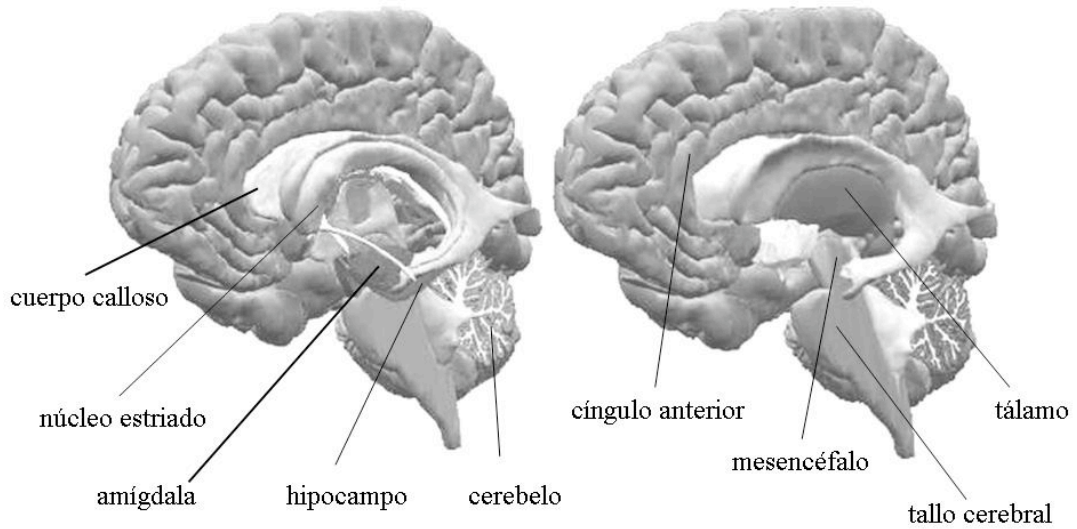
A partir de los estudios presentados hasta este punto, las estructuras más relevantes implicadas en la cognición moral son la circunvolución frontal-media, la corteza del cíngulo, el precuneus, el surco temporal superior, el lóbulo parietal inferior, la corteza prefrontal-ventromedial y orbitofrontal, el polo temporal y la amígdala. Conviene revisar sus correlatos cognitivos y conductuales en referencia a las emociones morales.

La circunvolución frontal-media 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 propias de la teoría de la mente (Greene & Haidt, 2002).

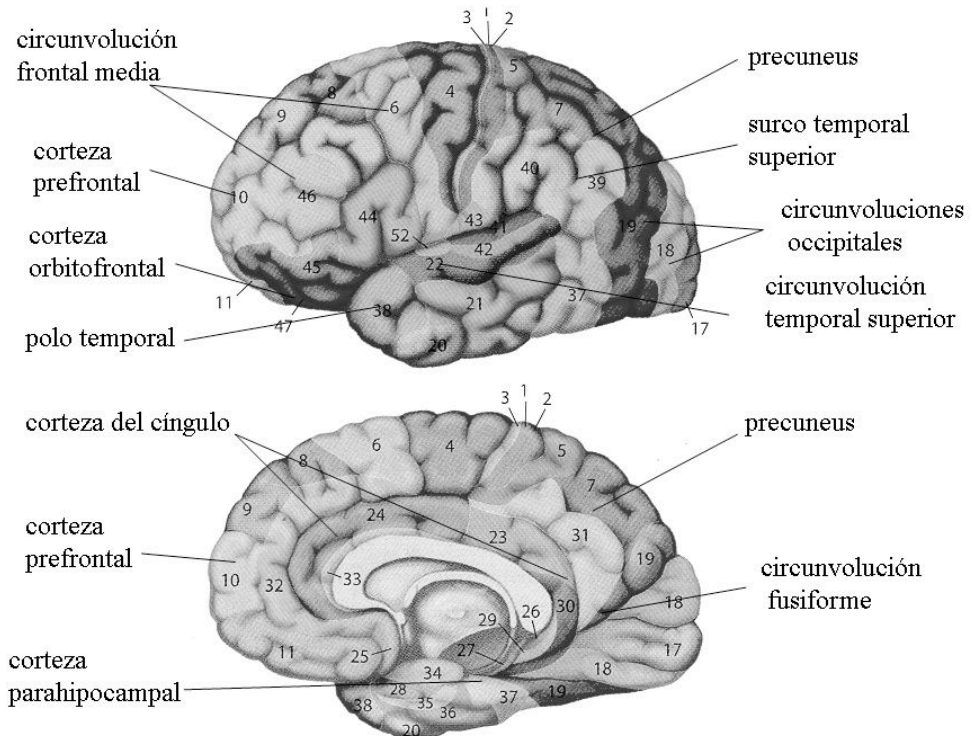
La corteza del cíngulo, parte del sistema límbico, recibe proyecciones de los núcleos talámicos anterior, medial y dorsal y envía proyecciones a diversas regiones corticales y a la circunvolución parahipocampal. El precuneus se localiza en la circunvolución media del lóbulo parietal; su región superior se ha asociado a la apreciación sensorial compleja, en tanto la medial se vincula a la comprensión del lenguaje en el hemisferio dominante y a la orientación del estímulo (Orrison, 1995). Ambas estructuras participan en juicios morales personales e impersonales a través de la observación de imágenes morales. También se asocian a la teoría de la mente (Greene & Haidt, 2002).

Figura 5. Localización de regiones cerebrales

(A)



(B)



Esquemas que muestran la localización de algunas de las estructuras y regiones cerebrales citadas en los procesos emocionales descritos hasta este punto. A, vista en corte sagital. B, vista superficial que indica las áreas de Brodmann que abarcan las regiones indicadas.

El surco temporal superior localizado en el lóbulo temporal y el lóbulo parietal inferior se asocian a la elaboración de juicios personales a través de la observación de imágenes morales y películas emocionales, a la teoría de la mente y atribución de intencionalidad de movimiento (Greene & Haidt, 2002). El surco temporal superior también se asocia al procesamiento de contextos sociales (Haxby et al., 2000; Moll et al., 2002a) y trabaja en conjunto con la amígdala y con la circunvolución fusiforme, esta última considerada un área de asociación visual que media la memoria y procesos de atención (Orrison, 1995). Participa en la integración de señales visuales y lingüísticas en contextos sociales donde se infiere intencionalidad. Responde preferentemente a transgresiones morales en un contexto social complejo, mientras que la circunvolución fusiforme responde al procesamiento de expresiones faciales (Haxby et al., 2000; Moll et al., 2002a).

La corteza orbitofrontal y la corteza frontal-ventromedial se asocian al procesamiento de juicios morales simples a través de imágenes morales (Greene & Haidt, 2002), en la evaluación implícita de eventos sociales con cargas emocionales, en la toma de decisiones (Milne & Grafman, 2001; Moll et al., 2002a), en juicios morales basados en empatía (Casebeer, 2003; de Quervain et al., 2004; Farrow et al., 2001; Greene et al., 2001; Singer et al., 2004) y en teoría de la mente (Casebeer, 2003; de Quervain et al., 2004; Farrow et al., 2001; Greene et al., 2001; Singer et al., 2004)

El polo temporal se relaciona a la teoría de la mente, a la elaboración de juicios morales simples y a la evocación de eventos emocionales autobiográficos (Greene & Haidt, 2002). La corteza temporopolar junto con la ínsula y el precuneus forman parte de un circuito neuronal que permite la atribución de emociones en la cual se respalda un juicio moral ulterior.

La amígdala es parte del sistema límbico y constituye un grupo heterogéneo de núcleos que mantienen proyecciones recíprocas con el tálamo, los ganglios basales, el hipotálamo, la corteza temporal y las áreas septal y preóptica. Su función múltiple se asocia a la modulación de la olfacción, el comportamiento emocional y la integración de la actividad visceral (Orrison, 1995). Participa en el procesamiento de imágenes morales

(Greene & Haidt, 2002; Phan et al., 2002) y en el procesamiento de eventos sociales basados en la expresión facial y, en su región medial, en teoría de la mente (Casebeer, 2003; de Quervain et al., 2004; Farrow et al., 2001; Greene et al., 2001; Singer et al., 2004; Richell et al., 2005).

Los estudios neurológicos de las emociones morales permiten apoyar el planteamiento de Moll et al. (2003; 2005b) en el sentido que la cognición moral implica una especialización humana de sistemas neuronales implicados en procesos emocionales y cognitivos de los mamíferos en general, por ejemplo en referencia a la agresión o el altruismo. De acuerdo con estos autores el comportamiento moral humano está sustentado cerebralmente por una matriz que requiere:

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

Las publicaciones sobre la neurobiología de la experiencia de emociones morales no son muy numerosas y surgen hasta el año 2001. Sin embargo, diversos estudios de emociones no morales, procesamiento de empatía y teoría de la mente, así como de trastornos neurológicos relacionados a comportamientos antisociales, 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 y proto-moral en especies no humanas enfocados a la neurobiología de la elaboración de juicios morales y emociones.

JUSTIFICACIÓN

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

La compasión implica capacidades cognitivas y conductuales de reciente aparición filogenética, ampliamente asociadas a la cohesión y regulación del comportamiento social humano. Debido a esto, el presente trabajo dirigido al estudio neurobiológico de la emoción de compasión, desencadenada por estímulos visuales y medida a través de resonancia magnética funcional, adquiere relevancia por diversas razones:

a) Permite identificar y analizar el contexto de algunos de los estímulos específicos que desencadenan esta emoción, lo cual contribuye al replanteamiento de teorías filosóficas, etológicas y psicológicas del comportamiento moral y afectivo, particularmente de la teoría de las emociones morales,

b) la identificación de las regiones cerebrales cuya actividad se correlaciona al procesamiento compasivo, en conjunto con otras investigaciones, contribuiría al análisis de las vías y redes neuronales que están implicadas en el procesamiento de la información moral y afectiva, a la posible diferenciación cognitiva de ambos procesos y a las similitudes de los estímulos desencadenantes y tendencias a la acción entre la compasión y otras emociones morales y básicas,

c) el diseño del presente estudio explora nuevos métodos de investigación de procesos complejos aplicados a las ciencias cognitivas.

OBJETIVOS

Con base en lo redactado, el objetivo general de este trabajo es *identificar las regiones cerebrales que se activan durante el procesamiento de estímulos visuales que generan compasión*.

Los objetivos particulares son:

1. Definir las características contextuales que posee un estímulo visual que desencadena compasión.
2. Correlacionar la emoción compasiva con otras cualidades emocionales básicas: a) la valencia o valoración afectiva, b) la activación o estado de alertamiento provocado por un estímulo emocional y c) la dominancia o experiencia subjetiva de autocontrol frente a una situación emocional.
3. Identificar la actividad cerebral durante la experiencia emocional compasiva y compararla con aquella que se ha reportado en estudios previos referentes a otras emociones morales.

El procedimiento para cumplir los objetivos abordó primero un estudio conductual de la experiencia emocional, seguido de la investigación de la actividad cerebral utilizando los resultados obtenidos en el primer estudio. Por esta razón, el método y los resultados obtenidos en ambos estudios serán presentados de manera separada para facilitar la lectura e interpretación de los resultados.

ESTUDIO 1: EVALUACIÓN EMOCIONAL Y ANÁLISIS DE ESTÍMULOS DESENCADENANTES DE COMPASIÓN

1. HIPÓTESIS

Los estímulos visuales que generen compasión serán aquellos que muestren el sufrimiento de otros causado por una trasgresión o quebrantamiento moral.

2. ESTUDIO PILOTO

El primer paso necesario para el estudio de una emoción desencadenada a través de estímulos visuales, constituye en ofrecer certeza de que los estímulos utilizados desencadenan la emoción de interés, en este caso la compasión. Asimismo, con la finalidad de contrastar la experiencia emocional-subjetiva y correlacionar la actividad cerebral con la observación de una imagen afectiva, se requiere definir estímulos control que sean neutros a la emoción de interés, en este caso, estímulos semejantes que no generen compasión.

Por estas razones, antes de realizar la evaluación emocional de los estímulos visuales en este trabajo, se realizó un estudio piloto con el objetivo de definir un conjunto de imágenes desencadenantes de compasión e imágenes neutras.

Para cumplir tal objetivo, se seleccionaron 200 fotografías digitalizadas y a color del Archivo Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS) del Centro de Investigación en Psicofisiología de la Universidad de Florida (Lang et al., 2005). Ciento cincuenta imágenes representaron escenas explícitas de sufrimiento (expresiones de tristeza, personas heridas y enfermas) y 50 imágenes mostraron objetos y paisajes. Las imágenes (400 x 300 píxeles) fueron presentadas en un equipo de computadora personal (Compaq Presario 1200) a una resolución a color de 32 bits.

El protocolo fue diseñado de acuerdo a los principios éticos sugeridos por Asociación Psicológica Americana (O'Donohue & Ferguson, 2003) y antes de su participación, los voluntarios fueron informados sobre el tipo de fotografías que

observarían. Participaron 30 estudiantes (15 mujeres y 15 hombres, entre 25 y 31 años de edad) de licenciatura y posgrado de la Universidad Autónoma de Querétaro y del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Mediante una entrevista directa, ninguno de los participantes reportó poseer antecedentes psiquiátricos.

De forma individual, frente al monitor de la computadora, los participantes observaron durante 6 segundos cada una de las 200 fotografías. En un cuadernillo de respuestas indicaron la presencia o la ausencia de experiencia de compasión desencadenada por la fotografía observada. Los participantes fueron instruidos para considerar a la compasión como *un sentimiento de pena o aflicción desencadenado cuando se percibe el sufrimiento o pena de otro, cuya tendencia a la acción es confortar o aliviar el sufrimiento percibido*.

Como resultado de este estudio piloto se seleccionaron 84 imágenes: 50 desencadenantes de compasión y 34 imágenes que representaron nula experiencia de compasión en todos los sujetos.

3. MÉTODO

Debido a que las 84 imágenes obtenidas en el estudio piloto representaban diferentes contextos, el objetivo de esta fase fue categorizar o agrupar las imágenes de acuerdo al contexto representado, lo cual permite que la experiencia emocional reportada por los sujetos sea comparada entre contextos.

La presente fase también tuvo como objetivo realizar la medición de la experiencia subjetiva en cada una de las imágenes, en las tres dimensiones emocionales básicas analizadas por diversos autores, la valencia, la activación y la dominancia. La medición de estas tres dimensiones permite conocer el grado de placer-displacer, de calma-excitación y de autocontrol-sometimiento desencadenados por cada una de las categorías de imágenes. Esto permite comparar tres dimensiones emocionales en función del contexto de sufrimiento representado por las imágenes, por lo que otorga una descripción de las

dimensiones emocionales que se asocian a la experiencia de compasión, lo cual permite cumplir el segundo objetivo de la presente investigación.

Además de la medición de las tres dimensiones básicas, la evaluación emocional de los estímulos integró una escala compasiva (descrita en los siguientes párrafos) para conocer el grado de compasión desencadenado por cada imagen. Esta medida permite correlacionar los puntajes compasivos con aquellos de obtenidos en las dimensiones de valencia, activación y dominancia, lo cual asiente las dimensiones o cualidades emocionales asociadas a la compasión. Finalmente, a partir de los resultados obtenidos en la escala compasiva, es posible seleccionar aquellos estímulos que desencadenan una compasión intensa y aquellos que no desencadenan compasión, los cuales serán utilizados como estímulos experimentales y controles, respectivamente, en la medición de la actividad cerebral.

A. Participantes

Con previo consentimiento informado participaron 60 voluntarios diferentes a los involucrados en el estudio piloto (36 mujeres y 24 hombres de entre 24 y 35 años de edad), estudiantes del posgrado en el Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México y estudiantes terminales de diversas licenciaturas en la Universidad Autónoma de Querétaro y la Universidad del Valle de México, Campus Querétaro. Se excluyeron aquellos voluntarios que poseían historial clínico psiquiátrico y que mostraron desórdenes mentales, lo cual fue evaluado a través de los resultados de la aplicación de la prueba psiquiátrica Listado de Síntomas 90 (Cruz-Fuentes, López, Blas-Gracia, González & Chávez, 2005), una semana previa a la presentación de los estímulos. Ningún individuo se encontraba bajo tratamiento médico durante su participación. El protocolo se realizó de acuerdo a los lineamientos éticos sugeridos por la Asociación Psicológica Americana (O'Donohue & Ferguson, 2003) y fue aprobado por el Comité de Bioética del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

B. Estímulos Visuales

Las 84 fotografías obtenidas en el estudio piloto fueron agrupadas en 6 categorías con 14 elementos cada una, de acuerdo al contexto que representaban:

1. *Social Aversiva* con contenido *Moral*; p.e. alguien dispara con una pistola a otra persona.
2. *Social Neutra* no aversiva sin contenido moral; p.e. dos personas pasean en la calle.
3. *Social Aversiva* sin contenido moral; p.e. accidentes automovilísticos o incendios.
4. Sujetos *Heridos* o *Enfermos* sin contenido moral.
5. Expresiones faciales de individuos sin contexto social aparente: 8 fotografías de *Expresiones de Tristeza y Padecimiento* físico (p.e. desnutrición) y 6 fotografías de expresiones de felicidad (p.e. gente sonriendo).
6. *Objetos y Paisajes* neutros.

Las 84 fotografías fueron divididas en 4 bloques de 21 elementos. Cada bloque incluyó 3 o 4 fotografías de cada categoría de estímulos. En cada uno de los bloques se añadieron 2 repeticiones de cada fotografía, formando un total de 63 fotografías por bloque.

C. Material de Evaluación Emocional

Los participantes evaluaron cada fotografía con un cuadernillo de la versión lápiz-papel de la escala Self Assessment Manikin (Lang et al., 2005), que constituye un sistema de evaluación afectiva incluido en el IAPS y utilizado para la identificación de tres dimensiones emocionales producidas por estímulos visuales:

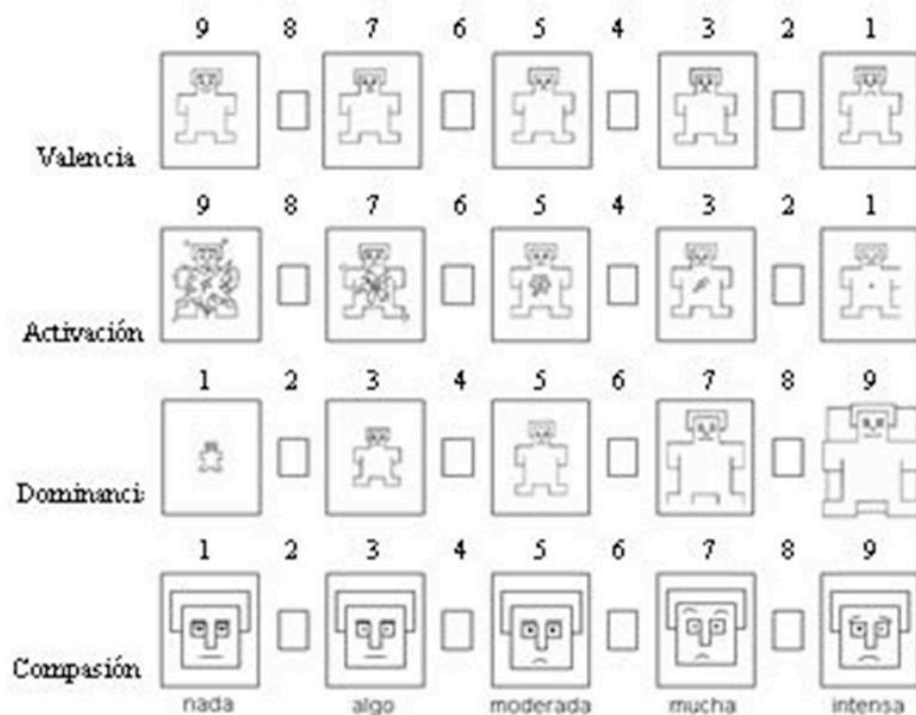
- a. Valencia afectiva: Grado de placer o displacer.
- b. Activación: Grado de calma-excitación.
- c. Dominancia: Grado de dominancia-control.

Para su respuesta, los participantes pueden seleccionar con una X alguna de las cinco figuras que incluye cada dimensión, o el espacio entre las figuras, de acuerdo a su

sentimiento experimentado. Esto resulta en 9 grados de calificación, en donde el número 9 representa el más alto en cada dimensión, es decir, alto placer, alta activación y alta dominancia; 1 representa el grado más bajo, es decir, bajo placer, baja activación y baja dominancia, en tanto que el número 5 representa un punto neutral (ver Figura 6).

A la escala Self Assessment Manikin se añadió la dimensión de compasión donde el grado más alto es 9 (intensa compasión) y el más bajo es 1 (carente de compasión). Debido a que no existen claras expresiones faciales y corporales de compasión, las figuras de esta dimensión se acompañan de su intensidad expresada en forma escrita: nada, poco, regular, mucho, intenso (ver Figura 6).

Figura 6. Escala de evaluación emocional



Representación gráfica de la escala utilizada para evaluar la experiencia emocional. Las dimensiones de Valencia, Activación y Dominancia constituyen la prueba Self Assessment Manikin. La dimensión de Compasión fue añadida, representando expresiones faciales aproximadas a esta emoción, acompañadas de la descripción escrita de la intensidad que representaban.

D. Procedimiento

El diseño experimental se estableció de acuerdo al IAPS: Instruction Manual and Affective Ratings (Lang et al., 2005). Cada uno de los cuatro bloques de fotografías fueron presentados a un grupo conformado por 10-12 personas en una sesión diferente de aproximadamente 40 minutos de duración, durante cuatro días consecutivos en el mismo horario. Las sesiones se realizaron en un salón de aproximadamente 5 x 5 m bajo las mismas condiciones de iluminación. Los participantes se mantuvieron sentados a 90 grados de frente a una pantalla blanca de 2 X 2 m, sobre la cual se proyectaron las fotografías a través de un equipo de computo portátil (Toshiba P4-2.26, Windows versión XP) y un proyector (EPSON LCD, EMP-81). La secuencia de presentación fue la siguiente:

1) Aviso y sonido de alerta (4 seg.): **¡ATENCIÓN, IMAGEN #!** Durante este tiempo los participantes verificaban que el número de la imagen mostrado en el aviso coincidiera con el número de la imagen que debía evaluar en el cuadernillo de respuestas.

¡ATENCIÓN!
IMAGEN #

2) Proyección de la fotografía (6 seg.), tiempo durante el cual el participante sólo observaba la fotografía

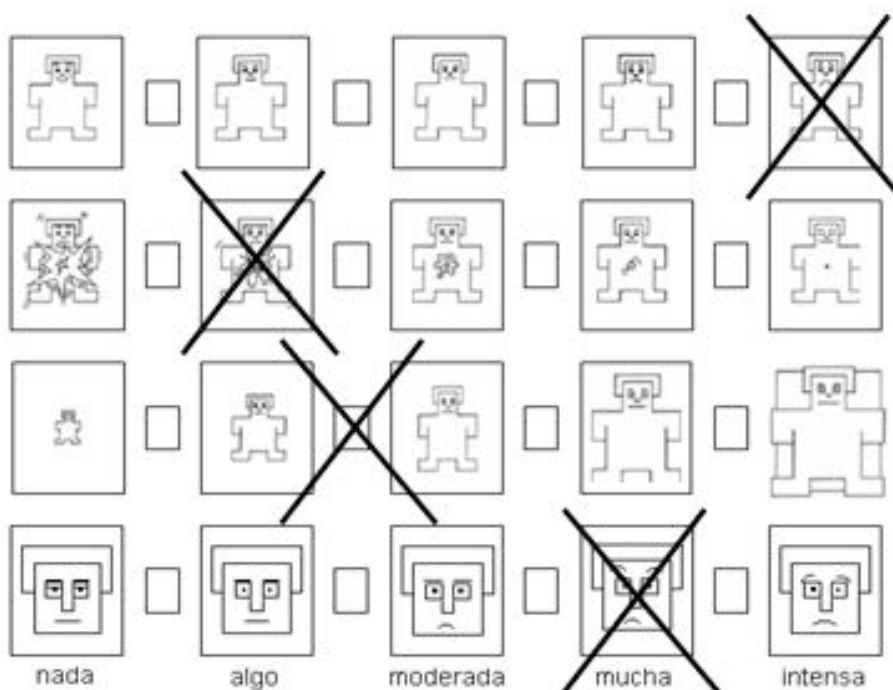


3) Aviso para responder la escala (20seg.): **RESPONDA LA ESCALA EN EL CUADERNILLO.** Durante este tiempo los participantes calificaban su experiencia emocional en cuatro dimensiones (valencia, activación, dominancia y compasión).

**RESPONDA LA
ESCALA EN SU
CUADERNILLO**

La respuesta gráfica otorgada por el participante fue traducida a un valor numérico para analizar su intensidad y compararla entre las diferentes dimensiones. Como ejemplo de esta evaluación, en la figura 7 se muestra la calificación obtenida al observar la imagen de los niños en situación de pobreza mostrada arriba.

Figura 7. Ejemplo de la escala calificada



Ejemplo de calificación al observar la imagen de niños en situación de pobreza mostrada arriba (p. 40). La imagen produjo una valencia de 1 (valor más bajo), una activación de 7, una dominancia de 4 y una compasión de 7.

Antes de proyectar los estímulos seleccionados, se presentaron y respondieron 4 imágenes de ensayo. Previo a la presentación de los estímulos, los participantes fueron instruidos en la forma para responder cada una de las tres dimensiones de la escala Self Assessment Manikin (valencia, activación y dominancia) y la dimensión de compasión, esta última con base en la definición de compasión presentada en este trabajo: *un sentimiento de pena o aflicción desencadenado cuando se percibe el sufrimiento o pena de otro, cuya tendencia a la acción es confortar o aliviar el sufrimiento percibido.*

E. Análisis de datos

Debido a que la escala utilizada en la evaluación emocional es ordinal y carece de un cero absoluto, se aplicó un análisis estadístico no paramétrico, en el cual se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis de comparación entre grupos independientes para comparar los puntajes obtenidos en las seis categorías de estímulos (Social Aversiva Moral, Social

Aversiva, Social Neutra, Heridos-Enfermos, Expresiones de Tristeza-Padecimiento y Objetos-Paisajes) en cada una de las cuatro dimensiones emocionales (valencia, activación, dominancia y compasión). Posteriormente se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para comparar en pares los puntajes obtenidos las categorías de estímulos en cada una de las cuatro dimensiones emocionales y de esta forma conocer posibles diferencias particulares entre dos categorías.

Finalmente, se utilizó el coeficiente rho de Spearman para correlacionar los puntajes de la dimensión de compasión con los puntajes de valencia, activación y dominancia obtenidos en las cuatro categorías que representaban escenas de sufrimiento (Social Aversiva Moral, Social Aversiva, Heridos-Enfermos y Expresiones de Tristeza-Padecimiento). Se adoptó un valor de significancia de $p < 0.05$ para todas las comparaciones.

4. RESULTADOS

A. Categorías de estímulos

De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, los puntajes de las seis categorías de estímulos fueron significativamente diferentes en las cuatro dimensiones emocionales: valencia: $H(5, 78) = 58.11, p < .0000$; activación: $H(5, 78) = 51.37, p < .0000$; dominancia: $H(5, 78) = 46.89410, p < .0000$; compasión: $H(5, 78) = 59.74, p < .0000$. Los estímulos Sociales Neutros y Objetos-Paisajes presentaron los puntajes de compasión más bajos (mediana = 1). Aunque los estímulos Sociales Aversivos Morales, Sociales Aversivos, Heridos-Enfermos y Expresiones de Tristeza-Padecimiento presentaron altos puntajes de compasión, la prueba de U de Mann Whitney a $p < 0.05$ sugiere que la categoría Heridos-Enfermos fue significativamente mayor (ver Tabla 3).

Tabla 3. Categorías de estímulos visuales

Dimensiones	Categoría de Estímulos					
	Social Aversiva Moral	Social Neutra	Social Aversiva	Heridos-Enfermos	Objetos-Paisajes	Expres. Tristeza-Padec.
Valencia*	3.50 ^a	5.71 ^d	3.29 ^a	2.73 ^b	5.33 ^d	3.33 ^{ab}
Activación*	5.67 ^a	4.33 ^c	5.80 ^a	6.34 ^b	4.23 ^c	5.75 ^{ab}
Dominancia*	4.33 ^a	6.53 ^b	4.28 ^a	3.85 ^a	6.36 ^b	4.93 ^a
Compasión*	4.84 ^a	1 ^c	5.48 ^a	6.76 ^b	1 ^c	4.94 ^a

Medianas de los puntajes obtenidos en las categorías de estímulos Social Aversiva Moral, Social Neutra, Social Aversiva sin contenido moral, Heridos y Enfermos, Objetos y paisajes y Expresiones de Tristeza y Padecimiento, en las cuatro dimensiones emocionales evaluadas: Valencia, Activación, Dominancia y Compasión.

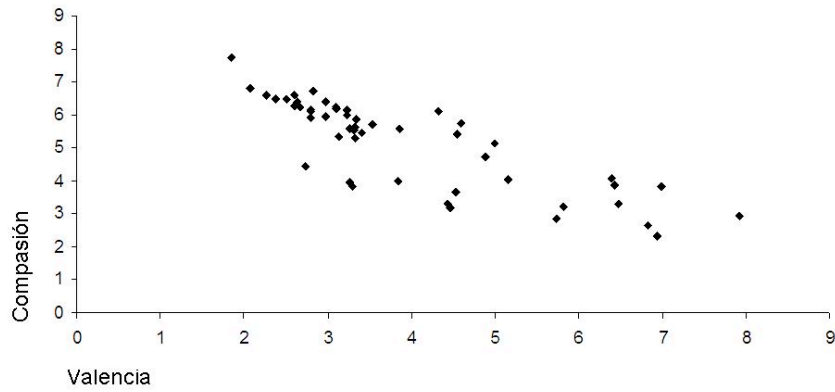
Nota: Todas las dimensiones emocionales fueron evaluadas de 1 (muy bajo) a 9 (muy alto). Las categorías de estímulos con letras distintas en cada dimensión emocional son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba U de Mann-Whitney a $p < .05$.

* Indica diferencias significativas entre las categorías de estímulos en cada dimensión emocional con un α de 0.05.

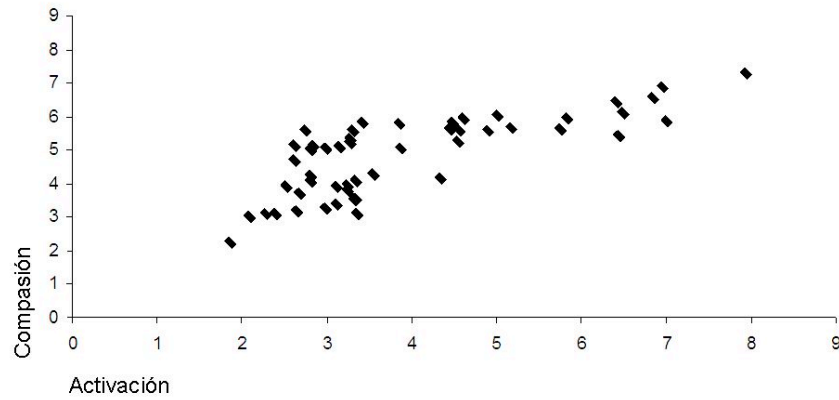
B. Correlaciones

Los puntajes de compasión de las 50 imágenes incluidas en las cuatro categorías que representaban sufrimiento (Social Aversiva Moral, Social Aversiva, Heridos-Enfermos y Expresiones de Tristeza-Padecimiento) se correlacionaron significativamente con baja valencia ($r(50) = -.776, p < .01$) alta activación ($r(50) = .467, p < .01$), y baja dominancia ($r(50) = -.530, p < .01$) (ver Figura 8).

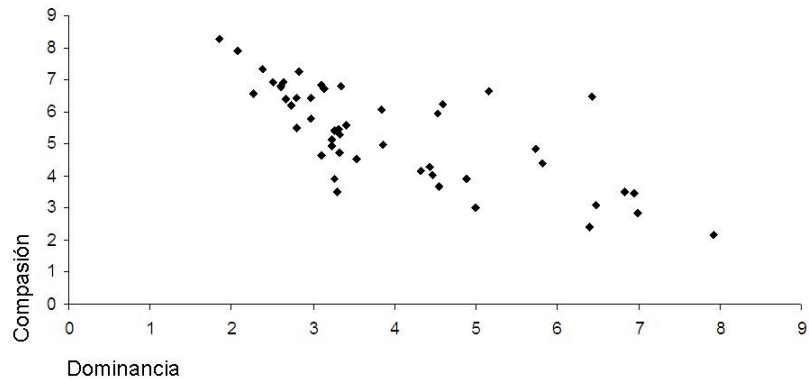
Figura 8. Correlaciones



$*r(50) = -.776$



$*r(50) = .467$



$*r(50) = -.530$

Representaciones gráficas de la correlación de los puntajes de compasión con las dimensiones de valencia, activación y dominancia. En esta correlación se consideraron solamente las imágenes incluidas en las categorías de estímulos que representaron escenas de sufrimiento: Social Aversiva Moral, Social Aversiva, Heridos-Enfermos y Expresiones de Tristeza-Padecimiento.

* Indica correlación significativa a $p < .01$.

C. Puntajes compasivos

Se obtuvieron un total de 28 estímulos altamente compasivos (mediana ≥ 7), incluidos en las siguientes categorías estímulos: Social Aversiva Moral ($n = 5/14$), Social Aversiva ($n = 5/14$), Expresiones de Tristeza y Padecimiento ($n = 6/8$) y Heridos y Enfermos ($n = 12/14$). No se encontraron diferencias significativas en la dimensión de compasión entre estos 28 estímulos. Los 28 estímulos que conformaron las categorías Social Neutra y Objetos-Paisajes mostraron los puntajes más bajos de compasión (mediana = 1).

5. ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS

Además de las comparaciones y correlaciones antes descritas y directamente relacionadas a los objetivos de este trabajo, se realizaron comparaciones entre géneros. Esto atendió a las diferencias reportadas por diversos autores en referencia a la experiencia emocional entre hombres y mujeres, lo cual constituye un punto de relevancia para la utilización de los estímulos compasivos y neutros en la población de interés.

Los estímulos compasivos incluyen un notorio componente social cuya evaluación puede estar influida por el contexto cultural determinado de la población evaluadora. Debido a esto, las respuestas obtenidas en la valencia, la activación y la dominancia en la población mexicana, fueron comparadas con aquellas reportadas en poblaciones de Estados Unidos (lugar de origen de la escala Self Assessment Manikin), Brasil y España. Los puntajes de los cuatro países difirieron en la intensidad, pero mostraron una dirección al mismo polo de cada dimensión emocional.

A. Diferencias entre hombres y mujeres

Algunas investigaciones muestran que las mujeres reportan mayor intensidad en su experiencia emocional (Levenson, Carstensen, Friesen & Ekman, 1991), y mayor tendencia a expresar sus emociones y reacciones defensivas ante escenas aversivas (LaFrance, Hecht & Paluck, 2003; Stroebe, 2001). Los hombres responden de manera más intensa a

emociones agonistas y valúan con menos dificultad las expresiones de ira en otros, mientras que las mujeres responden de forma más intensa a emociones como el miedo o la tristeza y valúan con más facilidad las expresiones no verbales (Fischer, Rodriguez Mosquera, van Vianen & Manstead, 2004; Sternglanz & DePaulo, 2004).

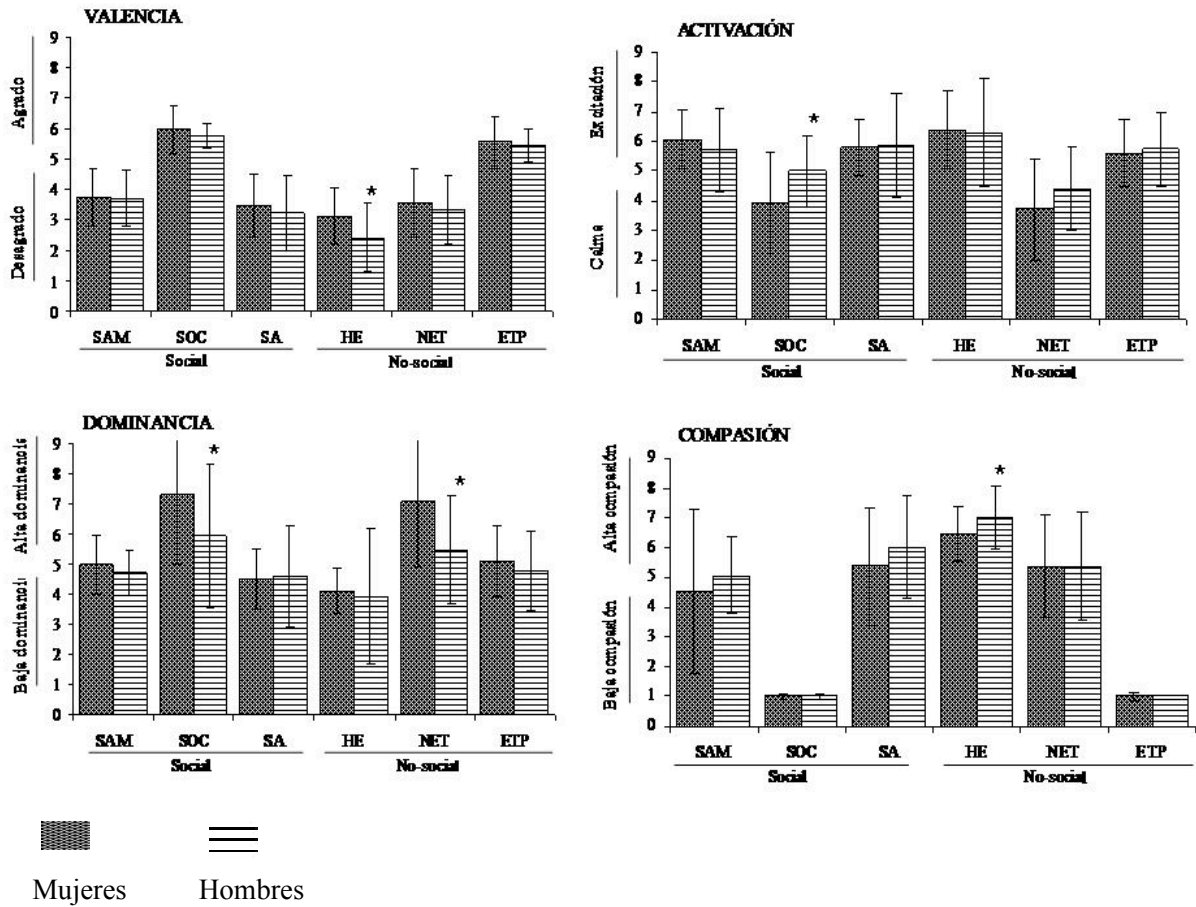
Para analizar las diferencias entre hombres y mujeres en este estudio, se utilizó la prueba U de Mann Whitney, comparando los puntajes en cada categoría de estímulos dentro de cada una de las cuatro dimensiones emocionales de valencia, activación, dominancia y compasión.

La figura 9 muestra las diferencias de ambos sexos en los puntajes de las seis categorías de estímulos dentro de cada dimensión emocional. En la dimensión de valencia las mujeres reportaron una experiencia menos agradable que los hombres en la categoría de fotografías Heridos-Enfermos ($U(60) = -2.83, p < 0.004$). En la dimensión de activación los hombres reportaron una experiencia de mayor calma que las mujeres en la categoría Social Neutra ($U(60) = 2.61, p < 0.009$). En la dimensión de dominancia los puntajes en los hombres muestran una mayor estado de dominancia que las mujeres en la categoría Social Neutra ($U(60) = -2.00, p < 0.04$) y Neutras ($U(60) = -1.99, p < 0.04$). En la dimensión de compasión las mujeres reportaron una experiencia más alta que los hombres en la categoría Heridos-Enfermos ($t(60) = 2.42, p < 0.01$).

En concordancia con los estudios previos, las mujeres reportaron una experiencia emocional más intensa que los hombres. Sin embargo, a pesar de las diferencias significativas encontradas, en la figura 9 se distingue que los puntajes son cualitativamente similares, es decir, tanto los hombres como las mujeres reportaron una experiencia de desagrado en la categoría Heridos-Enfermos dentro de la dimensión de valencia y reportaron calma en la categoría Social Neutra dentro de la dimensión de activación. Dentro de la dimensión de dominancia ambos grupos reportaron alta dominancia en las categorías Social Neutra y Objetos-Paisajes. Finalmente, en la dimensión de compasión, ambos géneros mostraron altas calificaciones en la categoría Heridos- Enfermos. A partir de estos datos se sugiere que si bien existen diferencias en la intensidad de la experiencia

emocional, éstas no muestran cualitativamente un dimorfismo en la experiencia emocional subjetiva de la compasión.

Figura 9. Diferencias de género



Diferencias sexuales en las categorías de estímulos Social Aversiva Moral (SAM), Social Neutra (SOC), Sociales Aversivos sin contenido moral (SA), Heridos y Enfermos (HE), Objetos y paisajes neutros (NET) y Expresiones de Tristeza y Padecimiento (ETP) dentro de cada dimensión emocional evaluada: Valencia, Activación, Dominancia y Compasión.

* Indica diferencias significativas entre hombres y mujeres en una categoría de estímulos específica dentro de cada dimensión emocional: $p < 0.05$.

B. Comparación transcultural

El Archivo Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS) se constituye de una extensa colección de fotografías que han sido calibradas respecto a la valencia emocional (grado de placer y displacer), activación (grado de completa calma a extrema excitación) y dominancia (grado de control sobre la escena presentada) (Lang et al., 2005). Las medidas otorgadas por estas tres dimensiones han permitido establecer que la valencia negativa y la extrema activación se asocian con el incremento de la actividad electromiográfica facial (Bradley, Codispoti, Cuthbert & Lang, 2001a) y el reflejo de rechazo es inhibido cuando se observan escenas agradables e incrementa cuando las escenas son desagradables (Cuthbert, Bradley & Lang, 1996).

Cuando el estudio de las emociones involucra el uso de estímulos visuales, es necesario realizar una adecuada validación de éstos en la población de interés, ya que la experiencia emocional está parcialmente moldeada por las costumbres y creencias socialmente aprendidas (Fridja, 1996).

De esta forma, las fotografías que componen el IAPS han sido normalizadas en Brasil (Larsen, Pompéia & Amodeo, 2005) y en España (Vila et al., 2001; Moltó et al., 1999), mostrando puntajes similares a los reportados por la muestras originales de Estados Unidos (Lang et al., 2005).

En esta sección del trabajo se muestra la comparación entre los puntajes obtenidos en la población mexicana y los reportados en las muestras de Brasil, Estados Unidos y España, concernientes a las 84 imágenes utilizadas en el presente trabajo.

Para esta comparación, se utilizó la media de cada figura en las tres dimensiones emocionales de evaluadas a través del Self Assessment Manikin: valencia, activación y dominancia.

Debido a que algunas de las 84 figuras seleccionadas por la población mexicana no estaban incluidas en los reportes de Brasil y España, las medias de los cuatro países se

compraron mediante la aplicación de un modelo de efecto mixto, el cual ejecuta un análisis similar a una ANOVA de dos factores para medidas repetidas, pero considerando los valores faltantes.

El análisis indicó diferencias entre países en las tres dimensiones emocionales: valencia: $F(3, 196) = 32.93, p < .0001$; activación: $F(3, 196) = 57.73, p < .0001$; dominancia: $F(3, 196) = 17.57, p < .0001$.

Las comparaciones por pares indican que la valencia reportada en México fue significativamente diferente de la reportada en Brasil ($t(196) = 7.82, p < .0001$), Estados Unidos ($t(196) = 6.42, p < .0001$) y España ($t(196) = 8.94, p < .0001$); los puntajes españoles fueron diferentes de los de Estados Unidos ($t(196) = -2.50, p < .01$).

En la dimensión de activación, los puntajes obtenidos en México fueron diferentes de aquellos obtenidos en Estados Unidos ($t(196) = 3.66, p < .0001$), España ($t(196) = -4.26, p < .0003$), y Brasil ($t(196) = -3.35, p < .01$); los puntajes de España fueron diferentes de los de Estados Unidos ($t(196) = 7.83, p < .0001$) y Brasil ($t(196) = -5.30, p < .0001$); los puntajes brasileños mostraron diferencias con los reportados en Estados Unidos ($t(196) = -12.70, p < .0001$).

Las medias mexicanas en la dimensión de dominancia fueron significativamente diferentes de aquellas reportadas en Estados Unidos ($t(196) = -2.40, p < .01$), España ($t(196) = 4.42, p < .0001$), y Brasil ($t(196) = 2.96, p < .007$); los puntajes de Estados Unidos mostraron diferencias significativas con los reportados en España ($t(196) = -6.73, p < .0001$) y Brasil ($t(196) = 4.91, p < .0001$).

Las diferencias específicas entre países en cada categoría de estímulos se representan en la tabla 4.

En la figura 10 se observan patrones de distribución similares en las tres dimensiones emocionales de valencia, activación y dominancia, de las medias de México,

Estados Unidos, España y Brasil en cada categoría de estímulos. En comparación con los otros tres países, la valencia reportada en México presenta puntajes más moderados aproximados a 1 punto neutral. En la dimensión de activación, los puntajes más extremos en los dos polos de calma y excitación fueron otorgados por la muestra de Brasil. En la dimensión de dominancia, la muestra de México presentó los puntajes más bajos en la categoría Sociales Aversivas Morales y los más altos en las categorías neutrales (Sociales y Neutras).

La mayoría de las diferencias entre las muestras de México, Brasil, España y Estados Unidos, se encontraron en la dimensión de valencia y en las categorías de estímulos que representaron escenas sociales (Sociales Aversivas Morales, Sociales, y Sociales Aversivas). En coincidencia a previos reportes, la muestra brasileña presentó las calificaciones más extremas en la dimensión de activación (Larsen et al., 2005). La muestra de México presentó los puntajes más extremos en la dimensión de dominancia. Estos resultados sugieren que los componentes sociales, tales como las creencias y códigos culturales, regulan y parcialmente definen la expresión y experiencia emocional.

Los puntajes de los cuatro países difirieron en la intensidad, pero mostraron una dirección al mismo polo de cada dimensión emocional. De esta forma, aún considerando las diferencias estadísticas en las categorías de estímulos que representaron escenas de sufrimiento (Sociales Aversivas Morales, Social Aversivas, Heridos-Enfermos y Expresiones de Tristeza-Padecimiento) la valencia reportada por las muestras en los cuatro países se dirigió al desagrado, los puntajes de la dimensión de activación indicaron excitación y la dimensión de dominancia mostró puntajes bajos. De forma similar, los puntajes en las categorías de estímulos neutros (Sociales y Neutras) se dirigieron a los polos de agrado, calma y alta dominancia en los cuatro países. La similitud en la dirección de los puntajes en las tres dimensiones emocionales mostrados por los cuatro países sugiere que, además de los componentes sociales, también existen patrones generales de implican el reconocimiento del sufrimiento ajeno, los cuales provocan experiencias emocionales similares en términos cualitativos.

Las pocas diferencias previamente reportadas por las muestras de Brasil y España comparadas con la muestra de Estados Unidos (Larsen et al., 2005; Lang et al., 2005; Moltó et al., 1999; Vila et al., 2001) se refieren a una comparación que incluyó la mayoría de las imágenes que conforman el IAPS. Sin embargo, los puntajes de las 84 imágenes utilizadas en el presente trabajo representan la evaluación de un grupo cultural específico en México. Esto podría explicar las numerosas diferencias entre la muestra mexicana y los otros tres países, referentes a las categorías de estímulos sociales.

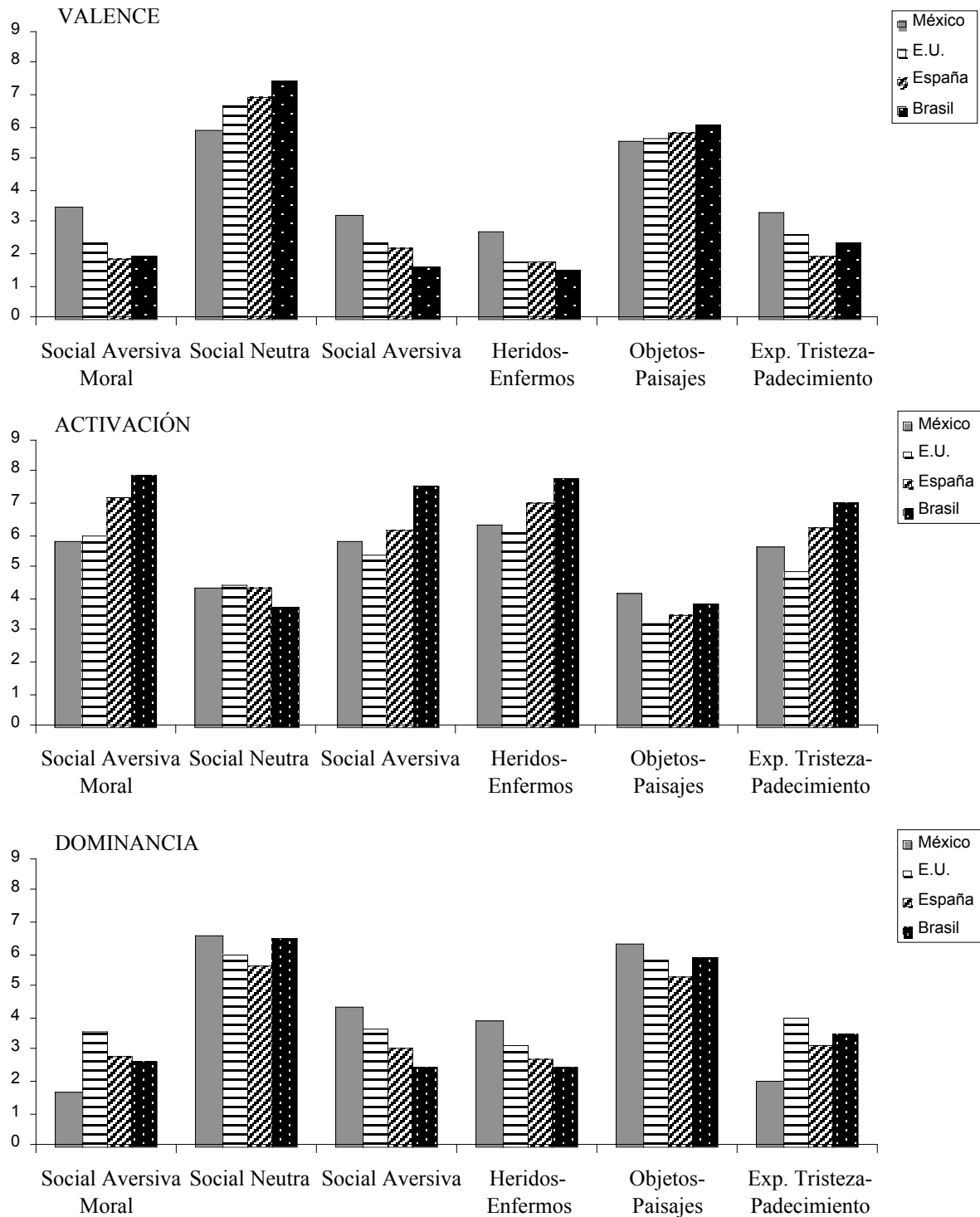
Tabla 4. Comparación transcultural

Categorías de Estímulos	Dimensiones	Países			
		México	E.U.	España	Brasil
<i>Social Aversiva Moral</i>	Valencia	3.47 ^a	2.42 ^b	1.88 ^c	1.97 ^c
	Activación	5.84 ^a	6.02 ^a	7.25 ^b	7.92 ^c
	Dominancia	1.73 ^a	3.59 ^b	2.79 ^c	2.63 ^c
<i>Social</i>	Valencia	5.95 ^a	6.68 ^b	6.93 ^b	7.45 ^c
	Activación	4.39 ^a	4.46 ^a	4.39 ^a	3.81 ^b
	Dominancia	6.58 ^a	6.00 ^b	5.66 ^c	6.49 ^{ab}
<i>Social Aversiva</i>	Valencia	3.26 ^a	2.38 ^b	2.21 ^b	1.65 ^c
	Activación	5.85 ^a	5.37 ^b	6.21 ^a	7.59 ^c
	Dominancia	4.38 ^a	3.69 ^b	3.04 ^c	2.49 ^c
<i>Heridos y Enfermos</i>	Valencia	2.70 ^a	1.83 ^b	1.75 ^b	1.53 ^b
	Activación	6.36 ^a	6.07 ^a	7.07 ^b	7.85 ^c
	Dominancia	3.96 ^a	3.17 ^b	2.71 ^c	2.46 ^c
<i>Objetos y Paisajes</i>	Valencia	5.54 ^a	5.64 ^a	5.8 ^{ab}	6.09 ^b
	Activación	4.16 ^a	3.25 ^c	3.5 ^{bc}	3.83 ^{ab}
	Dominancia	6.39 ^a	5.87 ^b	5.33 ^c	5.93 ^b
<i>Expresiones de Tristeza y Padecimiento</i>	Valencia	3.35 ^a	2.63 ^b	1.97 ^c	2.35 ^{bc}
	Activación	5.65 ^a	4.93 ^b	6.29 ^c	7.05 ^d
	Dominancia	2.01 ^a	4.06 ^b	3.14 ^{bc}	3.54 ^{bc}

Comparación entre países representada por la medias observadas en el modelo de efecto mixto, referente a las dimensiones de valencia, activación y dominancia en las seis categorías de estímulos visuales: Social Aversiva Moral, Social Neutra, Social Aversiva, Heridos y Enfermos, Objetos y Paisajes y Expresiones de Tristeza y Padecimiento.

Nota. Los valores con diferentes letras indican diferencias significativas a $p < .01$.

Figura 10. Comparación transcultural



Representación gráfica de la comparación de las medias entre las muestras de México, Estados Unidos, España y Brasil, de acuerdo a los resultados obtenidos en el modelo de efecto mixto en cada categoría de estímulos. Cada histograma representa los resultados en una de las tres dimensiones emocionales: Valencia, activación y dominancia

6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS CONDUCTUALES

De acuerdo a la teoría de las emociones morales, la compasión es desencadenada por la percepción del sufrimiento ajeno causado por el quebrantamiento de una norma o valor social (Haidt, 2003). Si bien este concepto fue explícitamente representado en las fotografías incluidas en la categoría de *escenas Sociales Aversivas con contenido Moral*, los resultados indican que la compasión desencadenada por la totalidad de estos estímulos fue moderada y similar a la reportada en la observación de los estímulos incluidos en las categorías de *Escenas Sociales Aversivas* y *Expresiones de Tristeza y Padecimiento*. La compasión más intensa fue reportada en los estímulos de la categoría *Heridos y Enfermos*, cuyas escenas representaron sufrimiento sin una causa explícita de quebrantamiento social, aunque mostraron obvias expresiones de dolor físico en el contexto de enfermedades y heridas. Estos resultados sugieren que el desencadenante más saliente de la compasión incluye un componente empático vinculado a las expresiones faciales y corporales de dolor y sufrimiento aún en ausencia de contextos socio-morales. Esta sugerencia se fortalece al observar que la mayoría de los 28 estímulos seleccionados como altamente compasivos se encontraron en la categoría *Heridos y Enfermos* (n= 12/14) y *Expresiones de Tristeza y Padecimiento* (n= 6/8). La tristeza es una emoción asociada a eventos negativos caracterizados por pérdida interpersonal (Buss & Kiel, 2004; Levine, 1996; Robins & Block, 1988), cuyas expresiones se comparten en diversas culturas (Ekman, 1993). De acuerdo con Rolls (2005), estas expresiones no solo permiten la comunicación de un estado de ánimo, sino inducen ciertas respuestas en el receptor. De esta forma, las expresiones de tristeza consideradas desencadenantes de compasión pueden inducir la conducta motivada de ayuda o alivio. En este sentido, la compasión formaría parte de un sistema de comportamiento afectivo que facilita o mantiene la cohesión social humana, manifestado y desarrollado paulatinamente en el apego.

Si bien casi la totalidad de los estímulos en las categorías no sociales *Heridos-Enfermos* y *Expresiones de Tristeza-Padecimiento* mostraron altos puntajes compasivos, solamente un tercio de los estímulos incluidos en las categorías *Social Aversiva Moral* (n= 5/14) y *Social Aversiva* (n= 5/14) fueron evaluados con alta compasión. Las fotografías

incluidas en estas dos últimas categorías representaron escenas de sufrimiento en diversos contextos socio-culturales. Si como sugiere la teoría de las emociones morales (Haidt, 2003; Nichols, 2002), la compasión involucra no sólo una experiencia emocional sino la elaboración de un juicio moral, entonces la experiencia compasiva desencadenada por sólo algunos de estos estímulos se explica a partir de una motivación influenciada por experiencias personales aprendidas en contextos sociales determinados (Fridja, 1996; Tilley, 2004).

Los puntajes de compasión se correlacionaron significativamente con la experiencia de desagrado, de activación y de dominancia. Estas correlaciones sugieren que la experiencia compasiva incluye las dimensiones más características de emociones negativas. Además, si consideramos nuevamente que tal experiencia se acompaña de una valoración moral, es posible concluir, al igual que Smith (1941), Bergson (1996) y Haidt (2003), que la elaboración de juicios morales sus sustentan en una experiencia emocional previa de agrado y desagrado. Sin embargo, si bien las mediciones dimensionales de las emociones permiten definir algunos de componentes particulares, estos son en ocasiones compartidos por varias emociones, por ejemplo, el disgusto, la tristeza y el miedo evocan la misma intensidad de valencia y activación (Bradley et al., 2001a; Bradley, Codispoti, Sabatinelli & Lang, 2001b). Por lo tanto, la evaluación dimensional de las emociones, y en particular la compasión, debe incluir la identificación de otras manifestaciones conductuales, tales como la expresión facial o verbal.

La dirección de los puntajes de valencia, activación y dominancia relacionados a estímulos que representan sufrimiento entre las poblaciones de México, Estados Unidos, Brasil y España fue similar. A partir de esto se sugiere que, si bien existen componentes culturales que influyen en la autoevaluación de la experiencia emocional, también existen patrones generales de implican el reconocimiento del sufrimiento ajeno, los cuales provocan experiencias emocionales similares en términos cualitativos e independientes de la cultura.

7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO CONDUCTUAL Y PROSPECTOS

Una vez definido el proceso emocional que se desea estudiar, es necesaria una cuidadosa selección de estímulos que desencadenen tal emoción o proceso. En el caso de la compasión, esta selección se torna ardua por diversas razones. Dado que es una emoción que incluye notorios componentes sociales, es preciso caracterizar una serie de estímulos que consideren el nivel educativo y actividades laborales de la población, así como las posibles diferencias entre géneros originadas por la educación sexualmente diferenciada.

Estas variables fueron controladas en la fase de validación de los estímulos y no se encontraron diferencias cualitativamente significativas entre géneros. Sin embargo, los resultados de la evaluación subjetiva emocional podrían ser generalizados solamente a poblaciones o personas que posean las características de selección consideradas en esta investigación.

La modalidad de estímulos utilizada fue solamente visual. Algunas investigaciones por RMf enfocadas a las emociones morales han utilizado estímulos auditivos, de lectura o de autoevocación, y han mostrado resultados de actividad cerebral similar a los reportados en investigaciones por estimulación visual (incluido este trabajo). Sin embargo, para conocer las regiones consistentes independientes de la modalidad de estimulación, es preciso elaborar baterías de estímulos que consideren varias modalidades.

Es preciso decir que, si bien se establecieron una serie de imágenes neutras como estímulos de contraste, tal neutralidad se consideró solo en referencia a la compasión, pero no a otras emociones. Dicho de otra forma, se desconoce si las imágenes neutras desencadenaron emociones diferentes a la compasión. Los puntajes en la valencia, activación y dominancia otorgan parámetros para definir las cualidades dimensionales de los estímulos y clasificarlos como positivos y negativos, pero no para categorizarlos en una emoción particular.

ESTUDIO 2: ACTIVIDAD CEREBRAL ASOCIADA A LA OBSERVACIÓN DE ESTÍMULOS DESENCADENANTES DE COMPASIÓN

PREDICCIÓN:

La experiencia compasiva se correlacionará a la actividad cerebral en la corteza prefrontal, la corteza orbitofrontal, la región temporal superior, la corteza del cíngulo y la amígdala.

2. MÉTODO

A. Participantes

Con previo consentimiento informado participaron 12 voluntarios diferentes a los involucrados en las fases previas (6 mujeres y 6 hombres de entre 24 y 35 años de edad), con una escolaridad mínima de licenciatura y una calificación de predominancia manual diestra en el Inventario de Lateralidad Edimburgo. Ninguno de los participantes presentó desórdenes mentales de acuerdo a sus resultados en la prueba psiquiátrica Listado de Síntomas 90 (Cruz-Fuentes et al., 2005) y ninguno se encontraba bajo tratamiento médico durante su participación. El protocolo se realizó de acuerdo a los lineamientos éticos sugeridos por la Asociación Psicológica Americana (O'Donohue & Ferguson, 2003) y fue aprobado por el Comité de Bioética del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Cuatro de los voluntarios (2 mujeres y 2 hombres) participaron en la fase piloto y ocho (4 mujeres y 4 hombres) en el estudio definitivo. La razón y procedimiento para realizar una fase piloto son descritos en el siguiente apartado.

B. Presentación de los estímulos

A partir de los puntajes obtenidos en la dimensión de compasión, los estímulos se constituyeron de 28 fotografías clasificadas como *compasivas* (mediana en escala de

compasión ≥ 7), 14 clasificadas como *objetos neutros* (mediana en escala de compasión = 1) y 14 como escenas *sociales neutras* (mediana en escala de compasión = 1).

Cada sesión de registro por resonancia magnética funcional consistió de tres series de 100 estímulos presentados en un paradigma relacionado a eventos. En cada serie, los estímulos de interés se presentaron de manera aleatoria dentro de una secuencia de estímulos neutros. Los estímulos de interés no fueron repetidos dentro de cada serie y tuvieron una ocurrencia del 14%. Los estímulos neutros ocurrieron en el 86 % de los eventos. La aleatoriedad de las fotografías en cada una de las series fue diferente para cada uno de los sujetos. Dos series fueron diseñadas para identificar la actividad cerebral relacionada a la observación de imágenes compasivas y contrastarla con la relacionada a la observación de imágenes de objetos y paisajes (serie 1) e imágenes sociales neutras (serie 2). Debido a que la mayoría de los estímulos compasivos utilizados representaban diferentes contextos sociales, la serie 3 constituyó un control para identificar la actividad cerebral relacionada a la observación de escenas sociales y contrastarla con la relacionada a la observación de objetos. La secuencia de las series fue la siguiente:

1. Serie *compasión-objetos neutros*: 14 fotografías que representaron objetos y paisajes repetidas hasta formar un total de 86 estímulos de objetos neutros. Catorce fotografías compasivas se intercalaron de forma aleatoria dentro de los estímulos neutros.
2. Serie *compasión-sociales neutras*: 14 fotografías que representaron escenas sociales neutras repetidas hasta formar un total de 86 estímulos. Catorce fotografías compasivas se intercalaron de forma aleatoria dentro de los estímulos neutros.
3. Serie *sociales-objetos neutros*: 14 fotografías que representaron objetos y paisajes, repetidas hasta formar un total de 86 estímulos de objetos neutros. Catorce fotografías sociales neutras se intercalaron de forma aleatoria dentro de los estímulos de objetos neutros.

Cada imagen fue expuesta durante 2.5 segundos, seguida de una cruz de fijación durante 0.5 segundos previa a la siguiente imagen (ver Figura 11).

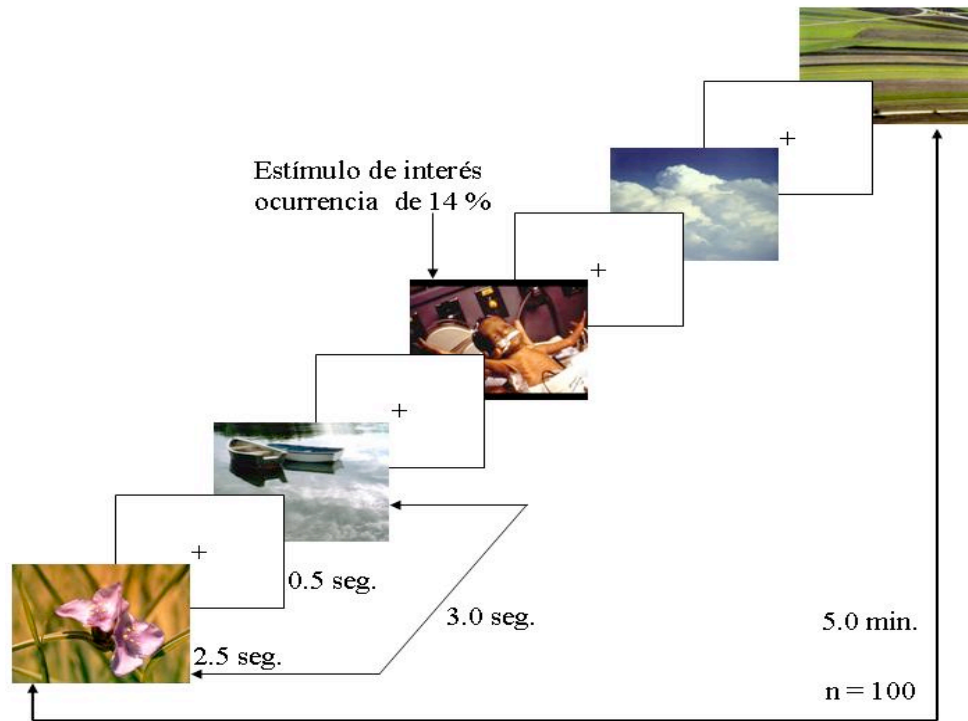
Dentro del equipo de resonancia los participantes observaron, a través de un espejo colocado frente a sus ojos y a una distancia de 3.50 metros, las imágenes proyectadas sobre una pantalla blanca (110 x 70 cm) mediante el sistema IFIS programado con E-Prime (InVivo Inc. Orlando FL y Psychology Software Tools, Inc. Pittsburg PA).

El estudio piloto en esta fase de la investigación atendió al interés por conocer si la intensidad de compasión subjetiva desencadenada por la observación de los estímulos compasivos representaba diferencias en la actividad cerebral asociada a la experiencia compasiva. Los cuatro participantes del estudio piloto fueron instruidos para responder con el movimiento de sus dedos de la mano derecha en la botonera del sistema IFIS, la intensidad de experiencia compasiva al momento de observar cada una de las imágenes: dedo índice = nada, dedo medio = poco, dedo anular = regular, dedo meñique = mucho.

En las dos series de estímulos que presentaron eventos compasivos, la mayoría de las respuestas de intensidad fueron otorgadas en los extremos: nada-mucho. En la serie que alternaba eventos sociales-neutros con un fondo de estímulos objetos-neutros, las respuestas en su totalidad indicaron ausencia de compasión. En las entrevistas realizadas individualmente después de la adquisición de imágenes funcionales, los sujetos reportaron dificultad para responder a la experiencia de compasión a través del movimiento de sus dedos, debido al poco tiempo para recordar las instrucciones dadas al inicio del estudio.

Con base en estos datos fue modificada la forma de otorgar la respuesta de experiencia compasiva, de tal forma que la intensidad de la experiencia careció de interés. Los ocho participantes del estudio definitivo fueron instruidos para responder con el movimiento de sus dedos índice derecho e izquierdo en la botonera del sistema IFIS, solamente la ausencia o presencia de compasión al momento de observar cada una de las imágenes: dedo índice izquierdo = NO, dedo índice derecho = SI.

Figura 11. Representación del paradigma relacionado a eventos en el estudio por RMf



El estímulo visual permanecía durante 2.5 segundos, seguido de una cruz de fijación durante 0.5 segundos previos al siguiente estímulo. Cada serie se conformó de 100 estímulos. Los estímulos de interés ocurrieron en el 14 % de los eventos; los estímulos neutros o de fondo ocurrieron en el 86 % de los eventos. La adquisición de imágenes funcionales se realizó cada 3 segundos, al comienzo de la presentación de cada estímulo visual. * Imágenes extraídas del Archivo Internacional de Imágenes Afectivas (Lang et al. 2005).

C. Adquisición de imágenes

Los registros funcionales se realizaron en un instrumento General Electric de 3.0 T en la Unidad de Neuroimagen del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, siguiendo un protocolo BOLD EPI-GRE, Tiempo de Eco (TE) 40 ms, Tiempo de Repetición (TR) 3000 ms, ángulo de desviación 90°, Campo de Visión (FOV) 24 cm, matriz 64 x 64 mm, en 30 cortes de 5 mm de espesor y cero separación, lo que resultó en una resolución espacial de voxel de 4mm x 4mm x 4mm.

Además del protocolo funcional se adquirió un protocolo de alta resolución utilizando una secuencia 3D-SPGR con una resolución por voxel de $1 \times 1 \times 1 \text{ mm}^3$.

D. Análisis de imágenes funcionales

Se utilizó el programa de mapeo paramétrico estadístico versión 5 (SPM 5) (Wellcome Department of Imaging Neuroscience) para identificar las regiones de activación relacionadas a los eventos de interés (observación de fotografías compasivas). Las imágenes funcionales fueron igualadas temporalmente y realineadas en el corte 15 de cada sujeto para corregir el movimiento de cabeza. Las imágenes realineadas fueron co-registradas con imágenes co-planares anatómicas SPGR en cada participante. Posteriormente, las imágenes funcionales se normalizaron a un espacio estereotáxico estándar utilizando el molde MNI (Montreal Neurological Institute) incluido en el SPM 5 y fueron suavizadas con un kernel gaussiano de 8 mm.

Las respuestas a los eventos de interés fueron contrastadas con los eventos neutros mediante la inserción de los vectores o momento de aparición de los estímulos compasivos en las series 1 y 2 y los estímulos sociales-neutros en la serie 3. Los contrastes fueron obtenidos mediante un análisis estadístico a 95 % de confianza y con corrección FWE (Family Wise Error).

Las coordenadas en el análisis por SPM 5 fueron convertidas a áreas de Brodmann a través del programa sistema Talairach Daemon Client (Research Imaging Center, University of Texas Health Science Center, San Antonio).

3. RESULTADOS

El promedio de la actividad cerebral correlacionada a la observación de estímulos compasivos en el grupo de ocho sujetos, fue similar a la observada en el promedio de los 4 sujetos piloto.

Dado que los resultados del estudio piloto fueron utilizados solamente para explorar y precisar el procedimiento en la medición de la actividad cerebral, los resultados de resonancia magnética funcional a continuación presentados incluyen solamente el promedio de los ocho participantes en el estudio definitivo.

En la serie que alternaba estímulos compasivos con objetos neutros (serie 1) se observó actividad cerebral significativa en regiones principalmente parietales (área de Brodmann 3), temporales (área de Brodmann 22) y límbicas (circunvolución parahipocampal y corteza anterior del cíngulo) (ver Tabla 5 y Figura 12).

Durante la observación de imágenes compasivas alternadas con estímulos sociales neutros (serie 2) la actividad cerebral significativa se identificó mayoritariamente en regiones frontales (áreas de Brodmann 46 y 6) (ver Tabla 6 y Figura 13). Tanto en la serie 1 como en la serie 2 se identificó actividad en áreas occipitales de Brodmann 19 y 18, respectivamente

En la serie que alternó estímulos sociales-neutros con objetos-neutros de fondo (serie 3) se identificó actividad solamente en la circunvolución frontal (ver Tabla 7 y Figura 14).

Finalmente, en el contraste de la serie 1 con la serie 3, la actividad cerebral observada se localizó en el lóbulo cerebeloso posterior y en la circunvolución precentral (ver Tabla 8 y Figura 15).

Tabla 5. Actividad cerebral en la serie compasión vs objetos paisajes

Coordenadas			Voxeles	Valor t	Lateralidad	Región	Estructura	Brodmann
X	Y	Z						
55	19	-3	249	5.75	Derecha	Frontal	Cir. Frontal inferior	47
-55	11	23	32	4.2	Izquierda	Frontal	Cir. Frontal inferior	*
48	8	46	35	4.39	Derecha	Frontal	Cir. Frontal media	*
-4	28	47	9	3.9	Izquierda	Frontal	Cir. Frontal medial	8
-48	11	-6	87	4.63	Izquierda	Temporal	Cir. Temporal superior	22
40	-55	17	1782	7.25	Derecha	Temporal	Cir. Temporal superior	22
-42	-17	51	1737	6.43	Izquierda	Parietal	Cir. Postcentral	3
-42	-76	-8	761	5.71	Izquierda	Occipital	Cir. Occipital media	18
22	-18	-13	8	4.26	Derecha	Limbica	Cir. Parahipocampal	*
-10	22	21	26	4.12	Izquierda	Limbica	Cíngulo anterior	*

Promedio de regiones cerebrales activadas en los ocho sujetos durante la observación de fotografías desencadenantes de compasión en la serie 1, la cual alternaba aleatoriamente estímulos compasivos con objetos neutros.

Nota: Todos los “clusters” o conjunto de “voxeles” con actividad fueron significativos a $p < 0.05$, con una extensión mínima de 5 voxeles. Las coordenadas fueron referidas en el espacio de Talairach.

Tabla 6. Actividad cerebral en la serie compasión vs social neutra.

Coordenadas			Voxeles	Valor t	Lateralidad	Región	Estructura	Brodmann
X	Y	Z						
-57	24	10	571	5.21	Izquierda	Frontal	Cir. Frontal inferior	*
48	32	9	140	4.58	Derecha	Frontal	Cir. Frontal inferior	*
-46	45	7	11	4.4	Izquierda	Frontal	Cir. Frontal media	46
46	6	48	35	4.33	Derecha	Frontal	Cir. Frontal media	6
-6	12	44	706	4.69	Izquierda	Frontal	Cir. Frontal medial	*
6	11	57	13	3.96	Derecha	Frontal	Cir. Frontal superior	*
-44	-15	52	654	5.17	Izquierda	Frontal	Cir. Precentral	*
-32	-91	12	12	4.04	Izquierda	Occipital	Cir. Occipital media	*
-30	-67	-10	12	3.98	Izquierda	Occipital	Cir. Fusiforme	19

Promedio de las regiones cerebrales activadas en los ocho sujetos durante la observación de fotografías desencadenantes de compasión en la serie 2, la cual alternaba aleatoriamente estímulos compasivos con escenas sociales neutras.

Nota: Todos los “clusters” o conjunto de “voxeles” con actividad fueron significativos a $p < 0.05$, con una extensión mínima de 5 voxeles. Las coordenadas fueron referidas en el espacio de Talairach.

Tabla 7. Actividad cerebral en la serie social neutra vs objetos-paisajes

Coordenadas			Voxeles	Valor t	Lateralidad	Región	Estructura
X	Y	Z					
-34	26	45	89	4.71	Izquierda	Frontal	Cir. Frontal media

Promedio de las regiones cerebrales activadas en los ocho sujetos durante la observación de fotografías sociales-neutras alternadas con objetos-neutros en la serie 3.

Nota: Cluster con actividad significativa a $p < 0.05$. Las coordenadas fueron referidas en el espacio de Talairach.

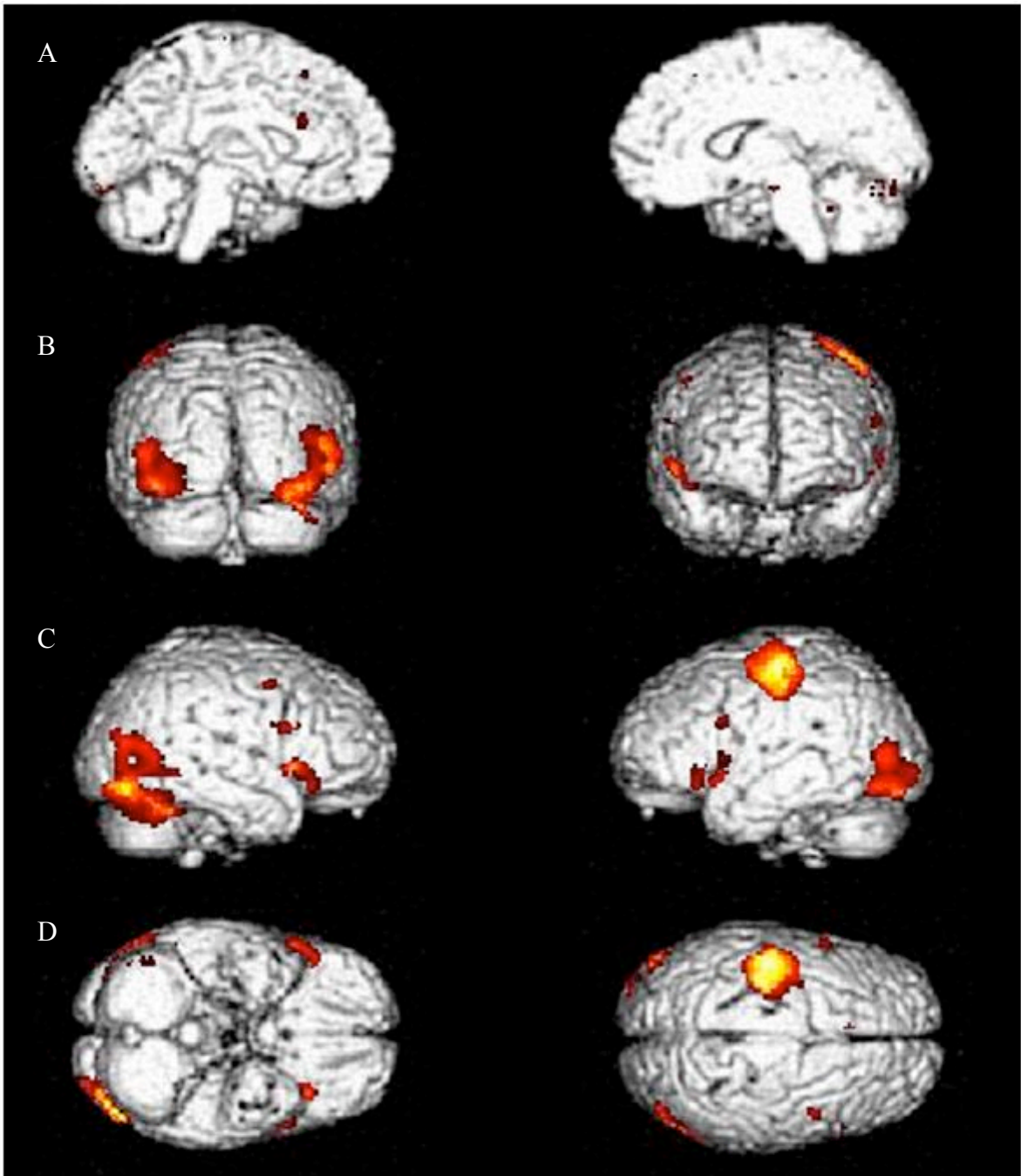
Tabla 8. Actividad cerebral en el contraste de la serie 1 vs serie 3

Coordenadas			Voxeles	Valor t	Lateralidad	Región	Estructura
X	Y	Z					
40	-57	-19	52	4.76	Derecho	Lob. Post. Cerebeloso	Declive
-42	-15	50	351	4.65	Izquierdo	Frontal	Cir. Precentral

Activación cerebral identificada en el contraste serie 1 vs serie 3. La serie 1 se refiere a eventos compasivos presentados en un fondo de imágenes de objetos neutros. La serie 3 se refiere a la observación de fotografías sociales-neutras alternadas con objetos-neutros en la serie 3.

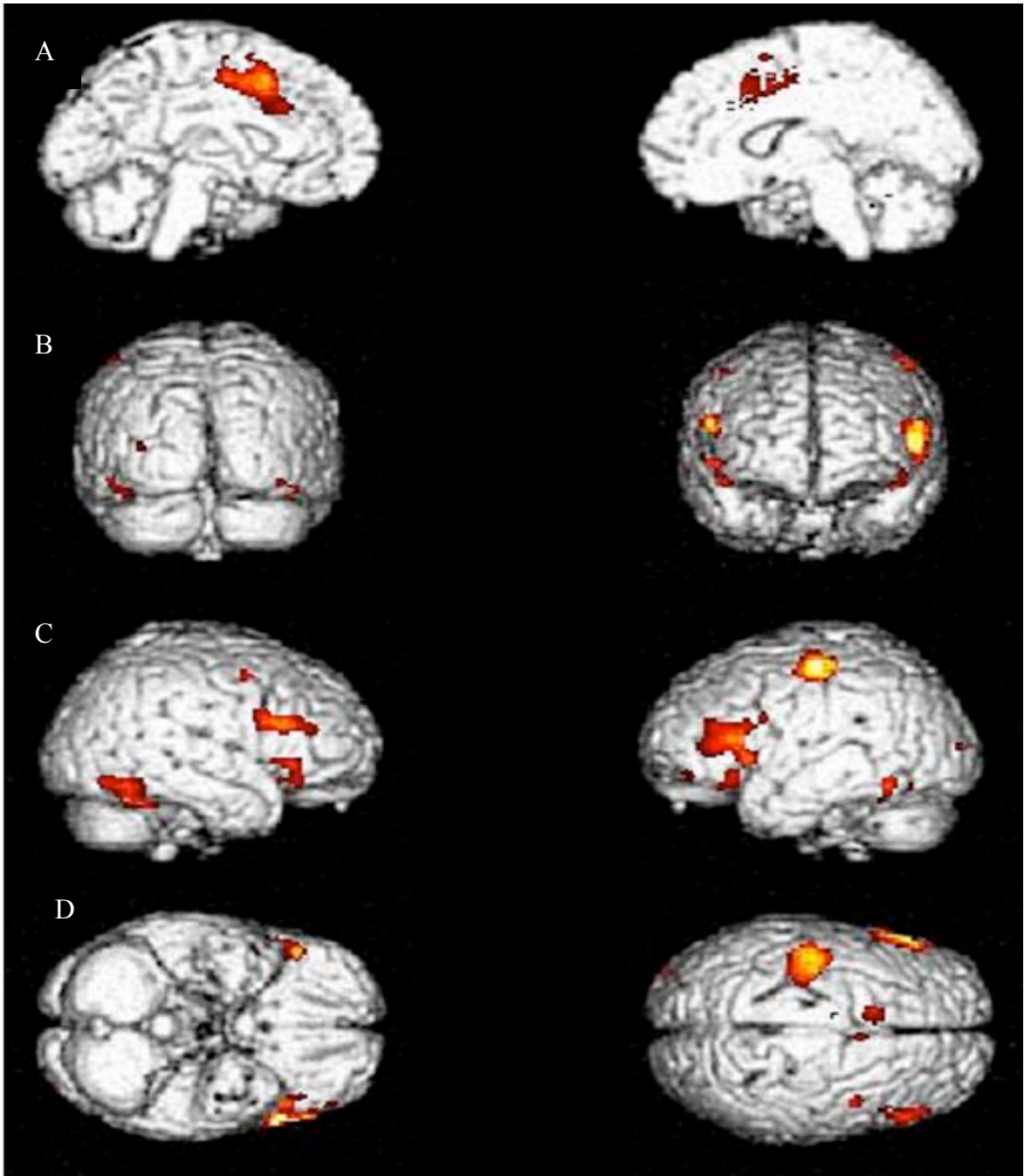
Nota: Todos los “clusters” o conjunto de voxeles con actividad fueron significativos a $p < 0.05$, con una extensión mínima de 5 voxeles. Las coordenadas fueron referidas en el espacio de Talairach.

Figura 12. Actividad cerebral en la serie compasión vs objetos paisajes



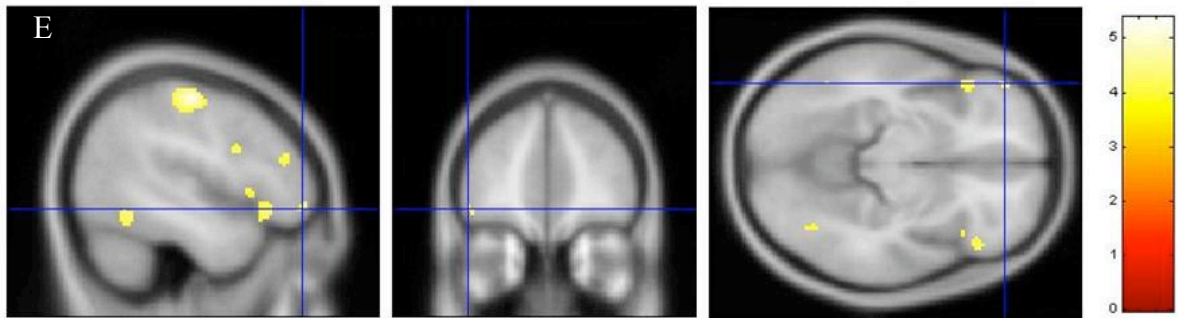
Representación gráfica de las regiones superficiales y en vista sagital de la actividad cerebral del promedio de los ocho sujetos, durante la observación de fotografías desencadenantes de compasión en la serie 1, la cual alternaba aleatoriamente estímulos compasivos con objetos neutros. En el corte sagital se observa (en rojo) actividad en la corteza anterior del cíngulo y en la circunvolución frontal medial (A). En la vista superficial se observa (en rojo) actividad en las circunvoluciones occipital media, frontal media (B), temporal superior y postcentral izquierda(C y D).

Figura 13. Actividad cerebral en la serie compasión vs social neutra.

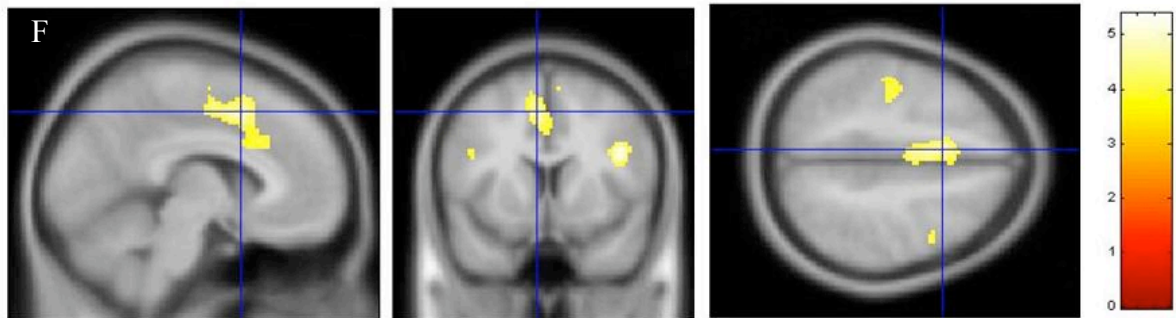


Representación gráfica de la actividad cerebral del promedio de los ocho sujetos, durante la observación de fotografías desencadenantes de compasión en la serie 2, la cual alternaba aleatoriamente estímulos compasivos con escenas sociales neutras. Se observa activación en las circunvoluciones frontal medial (A), frontal media (B), occipital media, frontal inferior, frontal superior (C) y precentral izquierda (D).

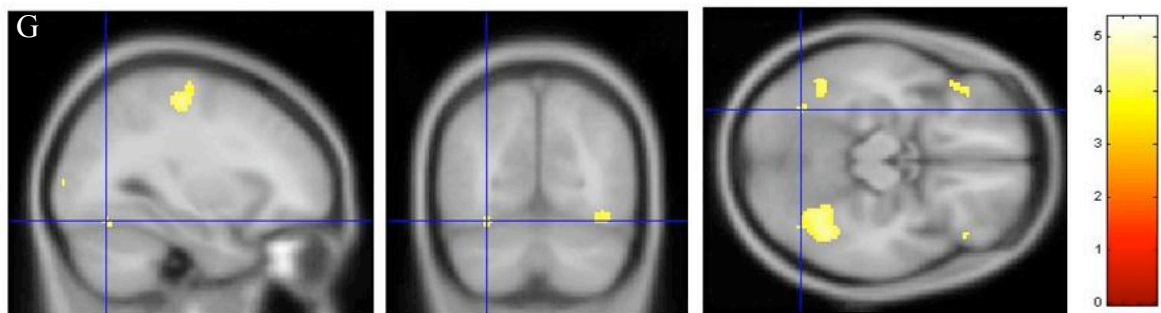
(continuación Figura 13)



E. Circunvolución frontal inferior señalada en la coordenada azul en vista sagital, coronal y axial.

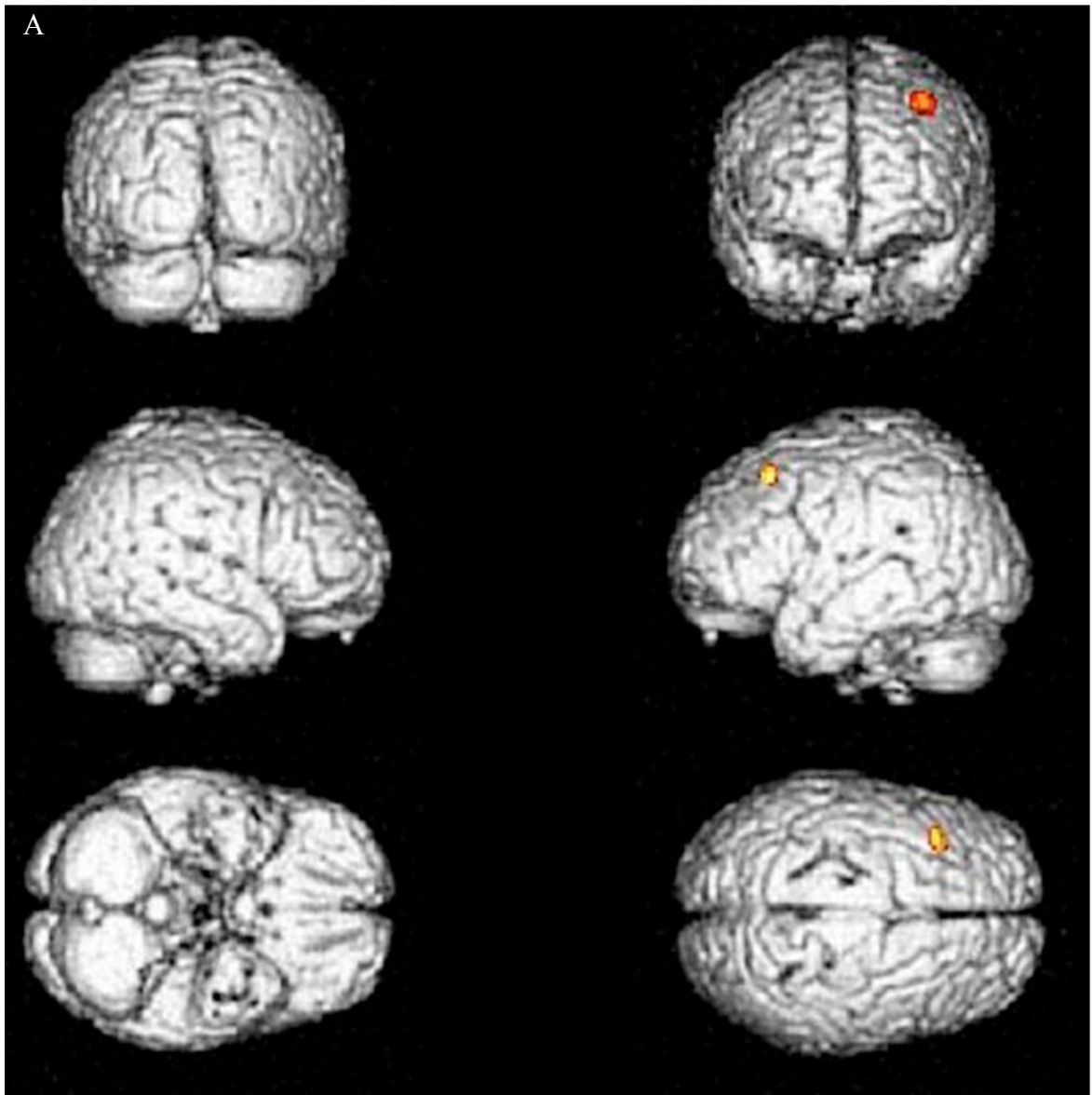


F. Circunvolución frontal medial señalada en la coordenada azul en vista sagital, coronal y axial.



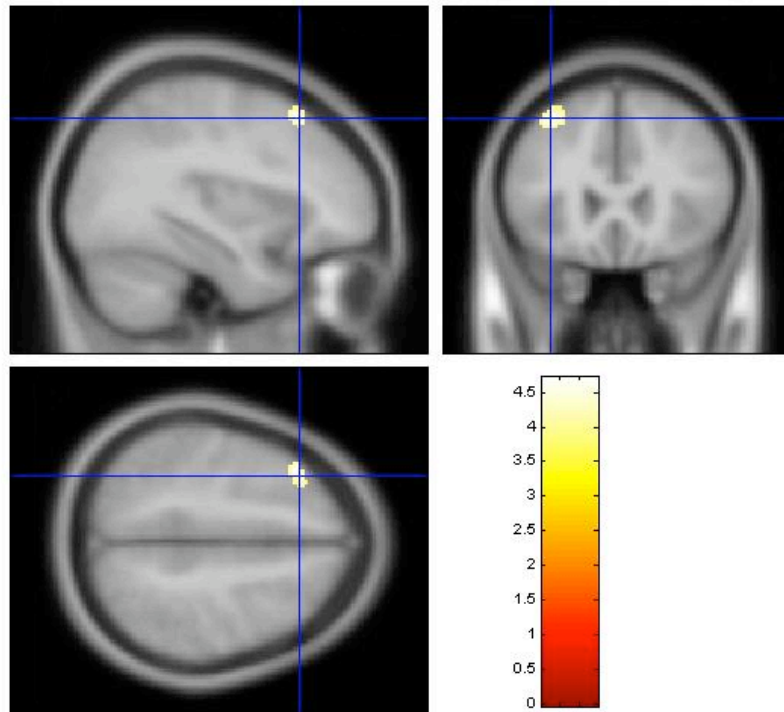
G. Circunvolución fusiforme señalada en la coordenada azul en vista sagital, coronal y axial.

Figura 14. Actividad cerebral en la serie social neutra vs objetos-paisajes



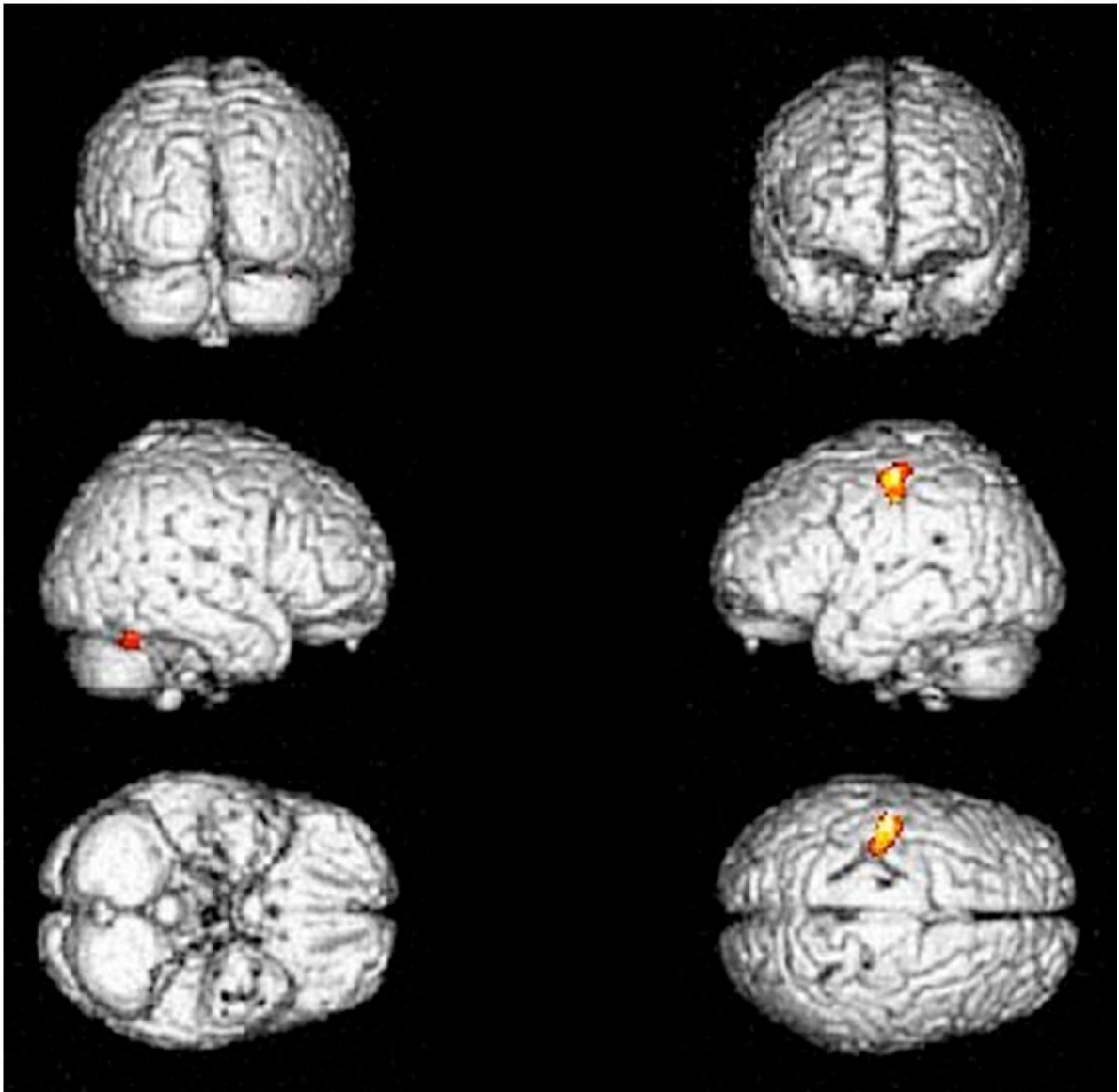
Representación gráfica de la actividad cerebral del promedio de los ocho sujetos, durante la observación de fotografías desencadenantes de compasión en la serie 3, la cual alternaba aleatoriamente estímulos sociales neutros con objetos y paisajes. Se observa activación en la circunvolución frontal media en la vista superficial (A).

(continuación Figura 14)



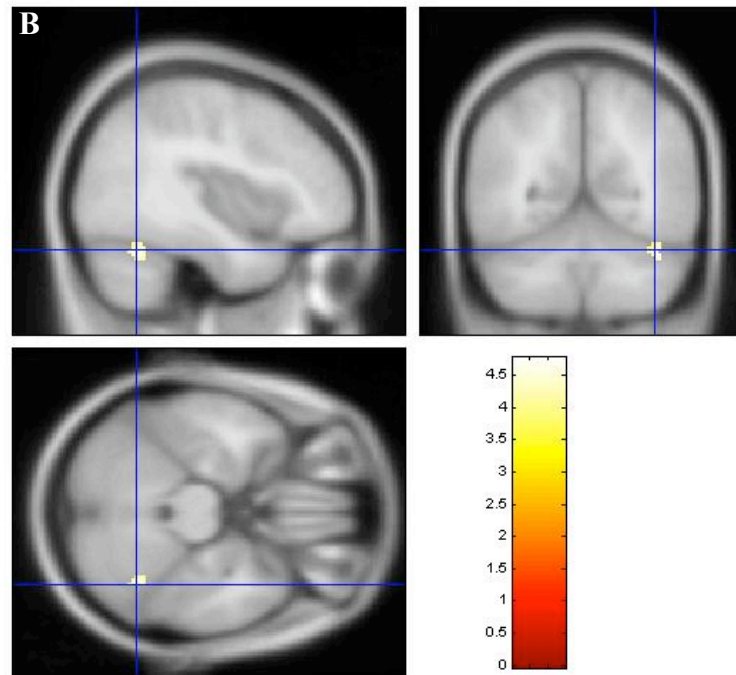
B. Circunvolución frontal media, señalada en la coordenada azul, observada en corte sagital, coronal y axial.

Figura 15. Actividad cerebral en el contraste de serie 1 vs serie 3



Representación gráfica de la actividad cerebral en el contraste serie 1 vs serie 3. La serie 1 se refiere a eventos compasivos presentados en un fondo de imágenes de objetos neutros. La serie 3 se refiere a la observación de fotografías sociales-neutras alternadas con objetos-neutros en la serie 3. Se observa actividad en la circunvolución precentral izquierda y en el declive del lóbulo posterior cerebeloso (A).

(continuación Figura 15)



B. Declive del lóbulo posterior cerebeloso, señalado en la coordenadas en azul, en corte sagital, coronal y axial.

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS FUNCIONALES

A. Regiones cerebrales identificadas: coincidencias con reportes previos

La actividad cerebral identificada en esta investigación fue congruente con gran parte de aquella reportada previamente en estudios dirigidos a la experiencia emocional, lo cual se resumen en la Tabla 9. Puede observarse que la coincidencia con los reportes previos se presenta primordialmente a nivel cortical, sobretodo en referencia a la experiencia de emociones básicas negativas, como la tristeza, el miedo y la ira, y otras emociones morales.

Tabla 9. Regiones cerebrales involucradas en la experiencia emocional

Región Cerebral	Respuestas emocionales autónomas	Emociones básicas positivas	Emociones básicas negativas	Emociones Morales	Compasión (presente investigación)
Amígdala	X	X	X	X	
Área septal			X	X	
Hipotálamo	X			X	
Mesencéfalo			X	X	
Hipocampo	X	X	X	X	
Cir. Parahipocampal		X	X	X	X
Ganglios Basales	X			X	
Tálamo	X	X	X	X	
Tallo cerebral	X				
Cíngulo Anterior	X	X	X	X	X
Ínsula	X		X	X	
Cir. Frontal Media				X	X
Corteza Prefrontal		X	X	X	X
Corteza orbitofrontal			X	X	X
Polo temporal	X	X	X	X	X
Corteza Temporal Sup.	X	X		X	X
Cir. Occi-Temporal		X	X	X	X
Cir. Fusiforme	X		X	X	X
Precuneus					X
Corte. Par. Inferior					X
Cerebelo (vermis)	X				

Nota: X representa activación de las regiones cerebrales reportadas en estudios previos en referencia a diferentes tipos de experiencia emocional y en el presente trabajo en relación a la compasión.

En la Tabla 10 se presenta el resumen de las regiones cerebrales identificadas en este trabajo y en investigaciones previas dirigidas a la experiencia de otras emociones morales.

Tabla 10. Regiones cerebrales involucradas en la experiencia de emociones morales

Regiones cerebrales	Emoción Moral								
	Indignación	Ira	Disgusto	Compasión	Vergüenza	Culpa	Admiración	Venganza	Compasión (presente investigación)
Amígdala	X	X	X						
Área septal	X	X	X						
Hipotálamo	X	X	X						
Hipocampo			X						
Cir. Parahipocampal									X
Ganglios Basales			X				X	X	
Tálamo			X						
Mesencéfalo					X				
ínsula	X		X	X		X		X	
Cíngulo Anterior	X	X	X		X		X		X
Cíngulo Posterior	X	X	X						
Cir. Frontal Media									X
Cir. Frontal Sup.	X								
Corteza orbitofrontal	X		X	X	X		X	X	X
Corteza prefrontal	X			X		X		X	X
Polo temporal			X	X	X	X			X
Corteza Temporal Sup.					X	X			X
Cir. Occipito temporal			X						X
Cir. Fusiforme									X
Precuneus									X
Cir. Parietal Inferior									X

Nota: X representa activación de las regiones cerebrales asociada a la experiencia de diferentes emociones morales, reportadas en estudios previos y en relación a la presente investigación.

Los hallazgos mostrados son muy variables, lo cual puede deberse a los pocos estudios realizados a nivel neurobiológico y a las diferentes estrategias utilizadas para desencadenar la experiencia emocional, las cuales han incluido estímulos de modalidad auditiva, visual, lectura de párrafos con contenido emocional o evocación mediante recuerdos. Sin embargo, se distingue que solamente aquellas emociones vinculadas a la ira, tales como la indignación o el disgusto muestran una notoria actividad subcortical, asimismo es destacable que solamente estas tres emociones muestran actividad en la amígdala, un núcleo recurrentemente vinculado a la experiencia emocional. La actividad coincidente con el presente estudio se muestra a nivel primordialmente cortical. La

diferencia de la actividad cerebral encontrada con el único estudio previo sobre compasión puede deberse a que éste utilizó estímulos a través de lectura.

Finalmente, en la Tabla 11 se muestran las regiones cerebrales que se han reportado relacionadas a procesos cognitivos asociados a la experiencia emocional, tales como la memoria, la atención y la teoría de la mente. Asimismo, se presenta la actividad relacionada a la elaboración de juicios morales. En este punto se observa que la actividad encontrada en el presente trabajo coincide con aquella reportada en la teoría de la mente, un proceso básico en las emociones morales. Asimismo, es coincidente con la elaboración de juicios morales.

Tabla 11. Regiones cerebrales involucradas en procesos cognitivo-emocionales y morales

Región Cerebral	Juicios Morales	Teoría de la Mente	Memoria de eventos emocionales	Atención a estímulos emocionales	Compasión (presente investigación)
Amígdala	X	X	X	X	
Hipocampo			X		
Cir. Parahipocampal			X		X
Ganglios Basales	X				
Cíngulo Posterior	X				
Cíngulo Anterior	X	X		X	X
Ínsula	X		X	X	
Cir. Frontal Media	X				X
Corteza Prefrontal	X	X	X	X	X
Corteza orbitofrontal	X				X
Polo temporal					X
Corteza Temporal Sup.	X	X	X	X	X
Cir. Occi-Temporal					
Cir. Fusiforme					X
Precuneus	X				X
Corte. Par. Inferior	X				X

Nota: X representa activación de las regiones cerebrales reportada en estudios previos, en los diferentes procesos cognitivos asociados a la experiencia emocional y a la elaboración de juicios morales.

B. Funciones de las regiones identificadas

Regiones frontales

La circunvolución frontal inferior mostró activación significativa en las dos series que contrastaron estímulos compasivos con objetos y escenas sociales, tanto en el estudio

piloto como en el estudio definitivo. Esta región cortical se divide en las partes opercular, triangular y orbital, que corresponden a las áreas de Brodmann 44, 45 y 47, respectivamente. La función ejecutiva de la corteza orbitofrontal se ha asociado a la experiencia emocional basada en el aprendizaje y la memoria de eventos contextualizados socialmente; su actividad se correlaciona a la observación de expresiones faciales y de escenas que denotan tristeza e ira, a la autorregulación de estados emocionales y experiencia de emocionales morales, particularmente el disgusto, la indignación y la vergüenza (Blair et al., 1999; Lane et al., 1997; Markowitsch et al., 2003; Mayberg et al., 1999) (Buchanan et al., 2004; Moll et al., 2005a; Stark et al., 2005; Takahashi et al., 2004).

La corteza orbitofrontal recibe proyecciones directas de la región temporal superior, de regiones somatosensoriales en SII, de la corteza auditiva y de la ínsula, así como proyecciones indirectas del hipocampo vía el subículum 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 circunvolución frontal superior también mostró actividad en las dos series de estímulos compasivos. Esta región se incluye en el área 10 de Brodmann y constituye una parte de la corteza prefrontal que mantienen numerosas conexiones aferentes y eferentes corticales y subcorticales. Su función cognitiva se ha relacionado a la expresión afectiva y al control e iniciación de movimientos voluntarios (Orrison, 1995).

La actividad de las dos regiones anteriores implica un procesamiento complejo de la información entrante, es decir, de los estímulos visuales. Esta complejidad adquiere relevancia al notar que su actividad se correlacionó a los estímulos compasivos y no a los neutros, lo cual supone que los participantes elaboraron un análisis del estímulo sustentado en su aprendizaje social previo y en la introspección, e incluyó la categorización de las expresiones faciales observadas y las acciones ejecutadas por los protagonistas de las escenas, así como su experiencia subjetiva.

La actividad de la circunvolución frontal media se identificó en todas las series tanto

en el estudio piloto como en el promedio de ocho sujetos. Dado que todas las series de estímulos presentados incluyeron escenas sociales y los sujetos debieron otorgar una respuesta manual de su experiencia, la activación de esta región se explica a partir de su correlatos en procesos 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 (Orrison, 1995; Moll et al., 2002b; Rolls et al., 1994).

Hay que resaltar el hecho de que la mayor parte de la activación cerebral identificada en este estudio atendiera a regiones neocorticales frontales cuyo incremento volumétrico gradual es una de las cualidades que caracteriza la evolución del cerebro en la filogenia primate (Ankel-Simons, 2000; Eccles, 1996) y su función cognitiva se correlaciona a procesos complejos de integración de la información afectiva y social.

En el caso particular de las regiones prefrontales, se observa una correlación negativa entre su extensión cortical y el momento de aparición filogenética de la especie, por ejemplo, en el hombre la corteza prefrontal ocupa el 29% del total de la corteza cerebral, en el chimpancé el 18 % y en el macaco el 7 % (Pimienta, Escobar, Palomino J.C. & Quijano, 1999). Cabe decir que no sólo las diferencias volumétricas en la región prefrontal podrían explicar las correlaciones de un comportamiento social complejos en especies de primates de reciente aparición fologenética, como los simios y el humano, ya que se ha observado que la corteza frontal de estos dos grupos no muestra una desproporción extensa en comparación con otra especies, por lo que las ventajas conductuales de la corteza frontal pueden atribuirse a interconexiones específicas y enriquecidas evolucionadas de manera paralela a un sistema social complejo (Semendeferi, Lu, Schenker & Damasio, 2002).

El comportamiento compasivo no ha sido registrado en especies no humanas, con la posible excepción de los simios, en particular los chimpancés (*Pan troglodytes*), cuyo comportamiento social incluye el establecimiento de normas y la empatía (Katz, 2000). Así, la actividad cerebral frontal correlacionada a la observación de estímulos compasivos

posiblemente representa el arreglo neuronal del componente moral de esta emoción.

Regiones temporales

La actividad de las circunvoluciones temporal superior e inferior se observó solamente durante la observación de las series que alternaron estímulos compasivos con objetos neutros. La circunvolución temporal superior es parte del área de Brodmann 22 que incluye al área de Wernicke relacionada a la comprensión del lenguaje. Su función cognitiva se relaciona a la discriminación de expresiones faciales en conjunto con el hipocampo, la circunvolución parahipocampal, la corteza orbitofrontal, las circunvoluciones temporal-medial, frontal-inferior y la ínsula (Habel et al., 2005; Blair et al., 1999; Lane et al., 1997; Markowitsch et al., 2003; Mayberg et al., 1999). El papel de la circunvolución temporal superior en el procesamiento de expresiones faciales puede entenderse a partir del envío de información hacia la corteza prefrontal, la cual a su vez proyecta hacia la amígdala, hecho que posibilita la asignación de una valoración afectiva a la expresión.

La región temporal superior, particularmente a nivel del surco, se ha asociado a la evaluación de contextos y dinámicas sociales, a la teoría de la mente (Casebeer, 2003; Greene & Haidt, 2002; Haxby et al., 2000) y a la experiencia de las emociones morales de culpa y vergüenza (Takahashi et al., 2004).

Las funciones de la circunvolución temporal superior en el procesamiento emocional arriba mencionadas, se involucrarían el análisis de los estímulos sociales, tanto compasivos como sociales-neutros. Esto puede explicar su activación en el contraste de estímulos compasivos con objetos, ya que estos últimos no constituyen los elementos expresivos y sociales presentados en las imágenes compasivas.

Por otro lado, la actividad de la circunvolución temporal inferior manifestada solamente en los estímulos compasivos, puede explicarse a partir de sus proyecciones provenientes de regiones occipitales visuales involucradas en análisis de la forma y color,

los cuales constituyen dos elementos mostrados en menor medida en las fotografías de objetos en comparación con las compasivas (Orrison, 1995).

La circunvolución fusiforme, incluida en las áreas de Brodmann 19 y 37, mostró activación tanto en la serie *compasión-objetos* como en la serie *compasión-sociales neutras*. Esta región se ha relacionado a parte de una red involucrada en la manifestación de respuestas emocionales autónomas, como el incremento del latido cardiaco, junto con la cabeza del núcleo caudado, la circunvolución lingual, la corteza temporal superior, el tálamo, el vermis cerebelar y el puente del tallo cerebral (Critchley et al., 2005). Esta red puede constituir un substrato para traducir la percepción visual de expresiones emocionales a respuestas cardiacas diferenciadas (Barbas et al., 2003; Wang et al., 2005).

Regiones parietales y occipitales

La circunvolución parietal superior (área de Brodmann 7), el precuneus y la circunvolución precentral (área de Brodmann 3) mostraron activación solo en las series que alternaron estímulos compasivos con objetos. La circunvolución parietal superior forma parte del área de asociación parietal, recibe proyecciones del núcleo pulvinar del tálamo y su actividad se ha relacionado a la apreciación sensorial y reconocimiento de objetos. La circunvolución precentral constituye el área somestésica junto con las áreas de Brodmann 1 y 2, y limita con el área 4; recibe información exteroceptiva cutánea y propiocepción en general (Orrison, 1995).

La actividad en el precuneus se ha asociado a la apreciación sensorial compleja, en tanto la circunvolución frontal media se vincula a la comprensión del lenguaje en el hemisferio dominante y a la orientación del estímulo (Orrison, 1995). La activación de las tres regiones mencionadas puede explicarse, de manera similar a la actividad de la circunvolución temporal superior, con base en el mayor número de elementos gráficos representados en las imágenes compasivas y no en los objetos.

Por otro lado, la actividad de las circunvoluciones occipitales media e inferior (áreas

de Brodmann 18 y 19, respectivamente), las cuales conforman áreas de asociación visual, puede vincularse a un análisis visual de los estímulos compasivos más detallado y requerido para otorgar la respuesta de intensidad emocional.

Corteza del cíngulo y región parahipocampal

La corteza del cíngulo mostró actividad en series *compasión vs objetos-paisajes* y *compasión vs social neutra*, esta última serie también mostró actividad en la región parahipocampal. Las funciones cognitivas del cíngulo se asocian la experiencia subjetiva y manifestaciones autónomas de emociones básicas y morales (Casebeer, 2003; Greene & Haidt, 2002). La región parahipocampal, que recibe proyecciones de la corteza del cíngulo, se vincula procesos memoria de eventos emocionales y procesamiento de imágenes afectivas (Phan et al., 2002; Stark et al., 2005). Rolls (2005) sugiere que el papel de la región anterior del cíngulo en la emociones se relaciona a la conducta motora involucrada en la toma de decisiones basadas en un procesamiento emocional. Esta región mantiene interconexiones con regiones orbitofrontales, con la amígdala y el polo temporal, recibe información proveniente de ínsula y de regiones corticales somatosensoriales y envía proyecciones al mesencéfalo, al estriado ventral y el núcleo caudado (Rolls, 2005). En este sentido, su actividad en la experiencia compasiva se explica a partir de la elaboración de una valoración emocional y moral compleja de los estímulos compasivos, traducida a una respuesta motora manual.

La ausencia de la amígdala

La amígdala es parte del sistema límbico y constituye una colección heterógena 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 (Orrison, 1995; Rolls, 2005).

Las conexiones funcionales de la amígdala son estratégicas para procesar

información límbica y cortical e influir en sistemas motores, respuestas autónomas y toma decisiones. Es precisamente tal multifunción la posible explicación de su ausente activación observada en los contrastes obtenidos en este estudio. Es decir, si bien las imágenes que fungieron como estímulos neutros fueron calificadas con nula compasión, su neutralidad se estableció en función de esta emoción, pero se desconoce otras posibles emociones que pudieron generar, tales como alegría, enojo, etc. Los resultados conductuales demuestran que los puntajes de valencia, activación y dominancia de estas imágenes neutras se aproximaron al valor neutral de 5; sin embargo, se desconoce si la activación de la amígdala se presenta aún cuando la intensidad de las dimensiones emocionales es reducida.

Por lo tanto, la ausencia de actividad amigdalina observada en los contrastes realizados, puede deberse a que presentó actividad tanto en los estímulos neutros como en los compasivos. Sin embargo, la amígdala está involucrada en varios circuitos reconocidos, cuyas regiones cerebrales fueron identificadas en este estudio y que serán descritos en el siguiente apartado.

5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO FUNCIONAL Y POSPECTOS

Las imágenes anatómicas cerebrales registradas mediante resonancia magnética, así como el proceso de normalización de las imágenes estructurales, otorgan una resolución anatómica adecuada para la localización de las regiones cerebrales activadas. Sin embargo, la adquisición de imágenes funcionales mediante la técnica BOLD (blood oxygen level dependent) implica algunas limitantes temporales. La técnica BOLD detecta cambios locales en el incremento del flujo sanguíneo en regiones donde se presenta actividad neuronal. No obstante, la captación de la señal funcional toma algún tiempo, alrededor de tres segundos, después de presentarse la actividad neuronal eléctrica o psicofísica asociada a los estímulos presentados, la cual se desencadena en el orden de los milisegundos. Además de ello, la intensidad de la señal BOLD durante los periodos de activación puede variar en función de factores fisiológicos como el latido cardiaco o la respiración, o factores experimentales como el movimiento del sujeto.

Estos hechos evitan observar una secuencia en la activación de las regiones identificadas, o incluso podrían evitar la identificación de regiones activadas que retornaron a su estado basal antes de que la señal BOLD pudiera ser registrada. Sin embargo, dado que las regiones identificadas en este estudio coincidieron con las reportadas en investigaciones previas de emociones morales y tomando en cuenta que refieren a un promedio de varios sujetos, es viable suponer que estas activaciones mostraron una actividad recurrente durante la observación de estímulos compasivos. Empero, el análisis de las imágenes funcionales, basado en la comparación estadística de voxels, requeriría de un mayor número de sujetos para reducir la influencia de variables ajenas tales como el movimiento de la cabeza, el latido cardiaco, la respiración y el ruido ambiental o eléctrico.

La inferencia de los procesos cognitivos a partir de la señal BOLD obtenida por resonancia magnética funcional, se sustenta en que una función cognitiva puede estar localizada en una o varias áreas cerebrales especializadas en procesos perceptuales y motores específicos (postulado de localización funcional) y que los patrones de actividad neuronal crean reglas de conectividad que suponen que la segregación funcional demanda células con propiedades funcionales comunes (postulado de segregación funcional) (Friston, 2000). Para complementar estos postulados y definir la actividad funcional, se sugiere un análisis del tipo de neurotransmisores involucrados en las células y probables vías de las regiones identificadas, así como estudios paralelos de alta resolución temporal, por ejemplo, a través del electroencefalograma. Esto adquiere particular relevancia cuando se observa la activación de estructuras como el tálamo y la amígdala, cuyos núcleos pueden estar especializados en la transmisión de neurotransmisores específicos. Por otro lado, el paradigma experimental de relación a eventos permitió correlacionar la actividad cerebral a la observación del estímulo compasivo, partiendo del supuesto de que el sujeto regresa a un estado basal de actividad neuronal antes de observar el siguiente estímulo compasivo. Tal paradigma otorga un diseño semejante a la observación de estímulos en situaciones reales. Sin embargo, es factible considerar una serie complementaria de estímulos presentados en bloque, que permita realizar contrastes entre grupos de imágenes neutras y compasivas.

DISCUSION GENERAL

1. POSIBLES PROCESOS NEURO-COGNITIVOS INVOLUCRADOS EN LA COMPASIÓN

Si bien a través de la resonancia magnética funcional no es posible conocer la temporalidad secuencial de la activación de las estructuras observadas, las regiones identificadas forma parte de circuitos mas o menos establecidos en diferentes procesos cognitivos, particularmente la empatía, la atención y la memoria. De esta forma, se propone que estos tres procesos neuro-cognitivos constituyen la base de la experiencia de compasión. A continuación se explica.

El concepto de sufrimiento incluye la inferencia y experiencia de dolor (Carruthers, 2004). La percepción del dolor ajeno se correlaciona a la activación de las cortezas anterior y frontal de la ínsula y de la corteza anterior del cíngulo bilateralmente. Es destacable que estas dos últimas regiones también están involucradas en la empatía (Singer et al., 2006). Asimismo, la amígdala, la corteza del cíngulo, la corteza prefrontal y la región temporal superior se han relacionado a la capacidad cognitiva de la teoría de la mente (Casebeer, 2003).

La experiencia emocional compasiva implica un proceso empático y de teoría de la mente dirigido a inferir el sufrimiento ajeno a partir de la percepción de expresiones de tristeza y dolor. Esto último también apoya la idea de que las expresiones emocionales, particularmente las de tristeza y dolor, juegan un papel comunicativo del estado de ánimo que eventualmente puede motivar la conducta de ayuda o alivio en el observador.

Por otro lado, en relación a, proceso atencional, Taylor y Fragopanagos (2005) plantean dos vías de interacción entre la emoción y la atención: a) la retroalimentación de la amígdala a la corteza orbitofrontal y b) el intercambio de información entre áreas corticales frontales, particularmente entre la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza del cíngulo, cuya parte más ventral se asocia al procesamiento de estímulos afectivos y la parte más dorsal a la resolución de conflictos y la consecuente preparación de la respuesta (Figura 3).

Se ha sugerido una red de la atención visual que incluye tres sistemas funcionales conformados por diferentes regiones cerebrales. El sistema de alerta incluye al tálamo y regiones corticales frontales y parietal posterior noradrenérgicas; el sistema de orientación permite dirigir la atención e incluye al núcleo pulvinar del tálamo, los colículos superiores, el campo visual frontal, la región parietal superior y la región temporal-occipital; el sistema de ejecución para otorgar una decisión incluye la corteza anterior del cíngulo y la corteza prefrontal (Posner, Sheese, Odludas & Tang, 2006).

Varias de las regiones cerebrales que integran las redes de la atención mencionadas arriba, mostraron actividad durante la experiencia de compasión. A partir de esto, se deduce que la experiencia emocional en esta investigación no puede ser interpretada de manera independiente al proceso atencional, debido a que la tarea de introspección para otorgar una respuesta subjetiva se sustenta en la atención dirigida a cada una de las imágenes observadas. La percepción de un estímulo compasivo en la vida real conlleva también una atención dirigida, ya que la compasión implica un juicio moral que el sujeto ejecuta a partir del análisis de los elementos de la escena observada. Además de ello, y tomando en cuenta la propuesta de Damasio (1996), el observador realiza una introspección de sus marcadores somáticos que le permiten definir la emoción que está experimentando. Estos dos hechos suponen que el proceso de atención es inherente al de compasión en particular, y a las emociones en general, lo cual implica que las redes neuronales involucradas en la emoción y la atención son compartidas y ambos procesos forman parte de un sistema cognitivo único.

Finalmente, en referencia la memoria, la región parahipocampal presenta actividad durante la categorización de expresiones faciales (Critchley et al., 2005; Habel et al., 2005; Stark et al., 2005), lo cual es necesario para la identificación de tristeza y dolor en la compasión y procesamiento de imágenes afectivas. Por otro lado, las interconexiones entre el núcleo basal de la amígdala y la corteza prefrontal sugieren que ambas participa en la evocación de la memoria y una consecuente asignación de valores afectivos al evento evocado (Emery, 2000; Windmann & Kutas, 2001).

En el caso de las emociones morales, la memoria es un proceso ineludible para la elaboración de un juicio moral basado en códigos y normas sociales aprendidas y almacenadas. Dolan (2002) propone un circuito de la *emoción-memoria* desencadenada mediante estímulos visuales, el cual es relevante para esta investigación dado que la modalidad de estímulos fue visual. Este circuito inicia con la activación de la amígdala, la cual envía proyecciones al hipocampo, vinculado a la memoria episódica, lo que permite la consecuente valoración afectiva de la información episódica hipocampal. La amígdala también envía proyecciones a la corteza de asociación occipital, permitiendo la valoración afectiva de la información que posteriormente retroalimenta a la amígdala. Cabe recordar que las áreas visuales de asociación envían proyecciones a la corteza prefrontal y orbitofrontal vía el tálamo y reciben información procedente desde el hipocampo vía el subíctulum. De forma similar a lo sugerido en el apartado anterior, el intercambio de información descrito aquí concibe un sistema emocional constituido por, al menos, tres procesos básicos que permiten tomar una decisión: atención al estímulo, valoración afectiva y evocación de memoria.

2. ¿REDES NEURONALES DE LA EXPERIENCIA COMPASIVA?

La actividad cerebral correlacionada a la compasión en este estudio, incluye regiones o estructuras que se han vinculado a procesos emocionales diversos, tales como el reconocimiento de expresiones faciales de emociones negativas y positivas, la introspección de estados emocionales, toma decisiones, planeación de la conducta motora, aprendizaje de normas sociales, asignación de una valoración afectiva al estímulo y elaboración de juicios morales. Además, las regiones cerebrales identificadas forman parte de circuitos relativamente caracterizados en la inferencia de estados físicos y emocionales ajenos, en la atención y en la memoria.

Estos datos dificultan la propuesta de un circuito de las emociones morales, particularmente de la compasión, que se conforme por estructuras o regiones cerebrales específicas y relacionadas funcionalmente solo a la experiencia de esta emoción. Entonces, se propone que los componentes neuronales de estas regiones responden de forma similar a

diversos estímulos, dicho de otra forma, constituyen lo que Hebb (1985) denomina regiones celulares equipotenciales, aunque cabe decir, como él mismo sugiere, que poseen determinadas restricciones de campo o tipo de estímulos.

Dado que varias de estas regiones forman parte de diversos circuitos que conllevan procesos que requieren ser ejecutados de manera simultánea y no lineal, es viable suponer que implican mecanismos de retro y antero-alimentación, es decir, la información inicial transmitida por regiones cerebrales como el tálamo o la amígdala hacia regiones superiores como el cíngulo o la corteza frontal, es procesada y regresada como nueva información a regiones inferiores, en donde pueden ser procesadas nuevamente y enviadas a otras estructuras (Engel, Fries & Singer, 2001).

Los sistemas cognitivos de teoría de la mente, memoria y atención, incluyendo las regiones cerebrales que participan en ellos, podrían ser aplicables no sólo a la compasión sino a la experiencia y conducta de otras emociones morales. Esto conllevaría a la carencia de un sistema de procesamiento cognitivo-neuronal específico de la compasión y de cualquier otra emoción moral. De esta forma, queda por responder ¿de qué manera un sujeto experimenta de diferente manera la compasión de otras emociones?

La activación de los sistemas cognitivos sugeridos podrían conformar un arreglo neuronal que, entre otras cosas y atendiendo a Damasio (1996), evocan un marcador somático de la compasión. Ahora bien, tal marcador se constituye de las respuestas fisiológicas que caracterizan a las emociones negativas, del aprendizaje de conceptos y códigos morales aprendidos en un grupo social y de experiencias personales asociadas a este aprendizaje (Tilley, 2004). Este marcador otorgaría la elaboración de un juicio a partir de un análisis individual basado en información personal e intransferible, pero que puede ser similar en los integrantes de un grupo social determinado dado que los códigos morales aprendidos son también similares.

CONCLUSIONES

Esta investigación constituyó la exploración de un método para el estudio neurobiológico de la compasión, que puede ser aplicable a otras emociones y juicios morales. A partir de lo discutido anteriormente se concluyen y sugieren los siguientes puntos aplicables en futuras investigaciones.

La compasión es una capacidad cognitiva de reciente adquisición filogenética, cuya función se vincula al mantenimiento de la cohesión social.

La hipótesis referida al desencadenamiento de la compasión por la percepción del sufrimiento causado por una trasgresión moral no se cumplió. Esto se explica porque el concepto de sufrimiento definido en la compasión englobó particularmente la expresión facial de tristeza, su consecuente experiencia subjetiva en el observador y las expresiones de dolor físico, aún cuando tales expresiones se observen fuera de un contexto moral explícito.

La ejecución o tendencia a la acción de ayuda o alivio del sufrimiento ajeno, requiere de un proceso cognitivo complejo que incluye la elaboración de un juicio moral a partir de códigos socialmente aprendidos. Este proceso, y su consecuente conducta, es realizado por tres sistemas cognitivos diferenciados pero que forman parte de un sistema emocional único: a) sistema de inferencia del estado físico y emocional ajeno, b) sistema de atención al evento percibido y c) sistema de memoria episódica y contextual. Las regiones cerebrales referidas en la hipótesis fueron observadas, con la excepción de la amígdala, esto último posiblemente debido al desencadenamiento de emociones diferentes a la compasión en los estímulos neutros.

El sistema emocional único constituye un mecanismo de análisis compartido por todas emociones morales. La diferencia subjetiva que clasifica o define cada una de las emociones experimentadas se atribuye a diferentes marcadores somáticos moldeados por experiencias personales dentro de un contexto social compartido y de consenso.

El estudio óptimo de las emociones morales a nivel neurobiológico y conductual debe incluir la evaluación subjetiva y la selección de estímulos desencadenantes no sólo de la emoción de interés sino de otras emociones relacionadas u opuestas a ésta.

El registro por resonancia magnética funcional constituye una herramienta viable para la medición de la actividad cerebral correlacionada a la experiencia emocional, en particular de la compasión. Estos registros deben complementarse con grupos de estímulos de diferente modalidad y diseños experimentales que permitan contrastar las variables de interés, reportes de la citoarquitectura de las regiones identificadas. Aunque la baja resolución temporal de la técnica BOLD podría evitar la identificación de algunas regiones cerebrales activadas, el promedio de un número considerable permite identificar regiones recurrentes de activación correlacionada a un evento.

REFERENCIAS

- Aalto, S., Naatanen, P., Wallius, E., Metsahonkala, L., Stenman, H., Niem, P. M. & Karlsson, H. 2002. Neuroanatomical substrata of amusement and sadness: a PET activation study using film stimuli. *Neuroreport*, 13, 67-73.
- Ankel-Simons, F. 2000. *Primate anatomy*. San Diego: Academic Press.
- Arsenio, W. F. & Lemerise, E. A. 2004. Aggression and moral development: integrating social information processing and moral domain models. *Child Dev*, 75, 987-1002.
- Barbas, H., Saha, S., Rempel-Clower, N. & Ghashghaei, T. 2003. Serial pathways from primate prefrontal cortex to autonomic areas may influence emotional expression. *BMC Neurosci*, 4, 25.
- Bartels, A. & Zeki, S. 2004. The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage*, 21, 1155-66.
- Beer, J. S., Heerey, E. A., Keltner, D., Scabini, D. & Knight, R. T. 2003. The regulatory function of self-conscious emotion: insights from patients with orbitofrontal damage. *J Pers Soc Psychol*, 85, 594-604.
- Bennett, M. & Matthews, L. 2000. The role of second-order belief-understanding and social context in children's self-attribution of social emotions. *Social Development*, 9, 126-130.
- Bennett, M. R. & Hacker, P. M. 2005. Emotion and cortical-subcortical function: conceptual developments. *Prog Neurobiol*, 75, 29-52.
- Bergson, H. 1996. *Las dos fuentes de la moral y la religión*. España: Altaza.
- Berthoz, S., Armony, J. L., Blair, R. J. & Dolan, R. J. 2002. An fMRI study of intentional and unintentional (embarrassing) violations of social norms. *Brain*, 125, 1696-708.
- Blair, R. J., Morris, J. S., Frith, C. D., Perrett, D. I. & Dolan, R. J. 1999. Dissociable neural responses to facial expressions of sadness and anger. *Brain*, 122 (Pt 5), 883-93.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N. & Lang, P. J. 2001a. Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*, 1, 276-98.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Sabatinelli, D. & Lang, P. J. 2001b. Emotion and motivation II: sex differences in picture processing. *Emotion*, 1, 300-19.

- Breiter, H. C., Etcoff, N. L., Whalen, P. J., Kennedy, W. A., Rauch, S. L., Buckner, R. L., Strauss, M. M., Hyman, S. E. & Rosen, B. R. 1996. Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, 17, 875-87.
- Buchanan, T. W., Tranel, D. & Adolphs, R. 2004. Anteromedial temporal lobe damage blocks startle modulation by fear and disgust. *Behav Neurosci*, 118, 429-37.
- Buss, K. A. & Kiel, E. J. 2004. Comparison of sadness, anger, and fear facial expressions when toddlers look at their mothers. *Child Dev*, 75, 1761-73.
- Cahill, L. & McGaugh, J. L. 1998. Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory. *Trends Neurosci*, 21, 294-9.
- Carruthers, P. 2004. Suffering without subjectivity. *Philosophical Studies*, 121, 99-125.
- Cartwright, J. 2001. *Evolution and human behavior: Darwinian perspectives on human nature*. Cambridge: Bradford Book.
- Casebeer, W. D. 2003. Moral cognition and its neural constituents. *Nat Rev Neurosci*, 4, 840-6.
- Coulson, M. 2004. Attributing emotion to static body postures: Recognition accuracy, confusions, and viewpoint dependence. *Journal of Nonverbal Behavior*, 28, 117-139.
- Critchley, H. D., Rotshtein, P., Nagai, Y., O'Doherty, J., Mathias, C. J. & Dolan, R. J. 2005. Activity in the human brain predicting differential heart rate responses to emotional facial expressions. *Neuroimage*, 24, 751-62.
- Cronin, K., Kurian, A. & Snowdon, C. 2005. Cooperative solving in a cooperative breeding primates (*Saguinus oedipus*). *Animal Behavior*, 69, 133-142.
- Cruz-Fuentes, C., López, L., Blas-Gracia, C., González, L. & Chávez, R. 2005. Datos sobre a validez y la confiabilidad de la sympom check list (sc190) en una muestra de sujetos mexicanos. *Salud mental*, 28, 72-81.
- Cuthbert, B. N., Bradley, M. M. & Lang, P. J. 1996. Probing picture perception: activation and emotion. *Psychophysiology*, 33, 103-11.
- Damasio, A. 1996. *El error de Descartes: La razón de las emociones*. Santiago de Chile: Andrés Bello.

- Damasio, A. R., Grabowski, T. J., Bechara, A., Damasio, H., Ponto, L. L., Parvizi, J. & Hichwa, R. D. 2000. Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nat Neurosci*, 3, 1049-56.
- de Quervain, D. J., Fischbacher, U., Treyer, V., Schellhammer, M., Schnyder, U., Buck, A. & Fehr, E. 2004. The neural basis of altruistic punishment. *Science*, 305, 1254-8.
- Diaz, J. L. & Flores, E. O. 2001. The structure of human emotions: A chromatic model of the affective system. *Salud Mental*, 24, 20-35.
- Dolan, R. J. 2002. Emotion, cognition and behavior. *science*, 298, 1191-1194.
- Eccles, J. C. 1996. *Evolution of the brain. Creation of the self.* . London: Routledge.
- Ekman, P. 1993. Facial expression and emotion. *Am Psychol*, 48, 384-92.
- Emery, N. J. 2000. The eyes have it: the neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neurosci Biobehav Rev*, 24, 581-604.
- Engel, A. E., Fries, P. & Singer, W. 2001. Dynamic predictions: oscillations and synchrony in top-down processing. *Nature Reviews*, 2, 704-716.
- Farrow, T. F., Zheng, Y., Wilkinson, I. D., Spence, S. A., Deakin, J. F., Tarrrier, N., Griffiths, P. D. & Woodruff, P. W. 2001. Investigating the functional anatomy of empathy and forgiveness. *Neuroreport*, 12, 2433-8.
- Fischer, A. H., Rodriguez Mosquera, P. M., van Vianen, A. E. & Manstead, A. S. 2004. Gender and culture differences in emotion. *Emotion*, 4, 87-94.
- Flack, J. & de Waal, F. 2000. Being nice is not a building block of morality: cross-disciplinary perspectives. En: Katz, L. (Eds.), *Evolutionary of morality*, (pp. 261-236). U.S.A.: Imprint Academic.
- Fridja, N. 1996. Passions: Emotion and socially consequential behavior. En: Kavanaugh, R., Zimmerberg, B. & Fein, S. (Eds.), *Emotion: Interdisciplinary perspectives*, (pp. 1-28). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Friston, K. J. 2000. Experimental design and statistical issues. En: Mazziotta, J. C., Toga, A. W. & Frackowiak, A. (Eds.), *Brain mapping. The disorders*. Sab Diego: Academic Press.
- Fu, C. H., Williams, S. C., Cleare, A. J., Brammer, M. J., Walsh, N. D., Kim, J., Andrew, C. M., Pich, E. M., Williams, P. M., Reed, L. J., Mitterschiffthaler, M. T., Suckling, J. & Bullmore, E. T. 2004. 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, 877-89.
- Gerra, G., Zaimovic, A., Moi, G., Bussandri, M., Delsignore, R., Caccavari, R. & Brambilla, F. 2003. Neuroendocrine correlates of antisocial personality disorder in abstinent heroin-dependent subjects. *Addict Biol*, 8, 23-32.
- Greene, J. & Haidt, J. 2002. How (and where) does moral judgment work? *Trends Cogn Sci*, 6, 517-523.
- Greene, J. D., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M. & Cohen, J. D. 2004. The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44, 389-400.
- Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M. & Cohen, J. D. 2001. An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293, 2105-8.
- Habel, U., Klein, M., Kellermann, T., Shah, N. J. & Schneider, F. 2005. Same or different? Neural correlates of happy and sad mood in healthy males. *Neuroimage*, 26, 206-14.
- Haidt, J. 2003. The moral emotions. En: Davidson, R. J., Scherer, K. & Goldsmith, H. (Eds.), *Handbook of affective sciences*, (pp. 852-870). Oxford: Oxford University Press.
- Hariri, A. R., Bookheimer, S. Y. & Mazziotta, J. C. 2000. Modulating emotional responses: effects of a neocortical network on the limbic system. *Neuroreport*, 11, 43-8.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A. & Gobbini, M. I. 2000. The distributed human neural system for face perception. *Trends Cogn Sci*, 4, 223-233.
- Hebb, D. O. 1985. *Organización de la conducta*. Madrid: Debate.
- Hoffding, H. 1904. *Bosquejo de una psicología basada en la experiencia*. Madrid: Daniel Jorro.
- James, W. 1989/1890. *Principios de psicología*. Fondo de Cultura Económica.
- Kagan, J. 2000. Human morality is distinctive. En: Katz, L. (Eds.), *Evolutionary origins of morality: cross-disciplinary perspectives*, (pp. 46-49). U.S.A.: Imprint Academic.
- Kagan, J. 2005. Human morality and temperament. *Nebr Symp Motiv*, 51, 1-32.
- Katz, L. 2000. *Evolutionary origins of morality*. U.S.A.: Imprint Academic.

- Kawasaki, H., Kaufman, O., Damasio, H., Damasio, A. R., Granner, M., Bakken, H., Hori, T., Howard, M. A., 3rd & Adolphs, R. 2001. Single-neuron responses to emotional visual stimuli recorded in human ventral prefrontal cortex. *Nat Neurosci*, 4, 15-6.
- Keightley, M. L., Winocur, G., Graham, S. J., Mayberg, H. S., Hevenor, S. J. & Grady, C. L. 2003. An fMRI study investigating cognitive modulation of brain regions associated with emotional processing of visual stimuli. *Neuropsychologia*, 41, 585-96.
- Krebs, J. & Davis, N. 1996. *An introduction to behavioral ecology*. London: Blackwell Science.
- LaFrance, M., Hecht, M. A. & Paluck, E. L. 2003. The contingent smile: a meta-analysis of sex differences in smiling. *Psychol Bull*, 129, 305-34.
- Lagarde, B. 2001. *El primer encuentro de la mujer con su hij@*. Tesis de Doctorado, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Lane, R. D., Fink, G. R., Chau, P. M. & Dolan, R. J. 1997. Neural activation during selective attention to subjective emotional responses. *Neuroreport*, 8, 3969-72.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Curberth, B. 2005. *International affective picture system (IAPS): Instruction manual and affective ratings*. Florida: University of Florida.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. 1998. Emotion, motivation, and anxiety: brain mechanisms and psychophysiology. *Biol Psychiatry*, 44, 1248-63.
- Larsen, R., Pompéia, S. & Amodeo, O. 2005. Comparison of Brazilian and American norms for the International Affective Picture System (IAPS). *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 27, 208-215.
- Lazarus, R. S. 1991. Progress on a cognitive-motivational-relational theory of emotion. *Am Psychol*, 46, 819-34.
- Levenson, R. W., Carstensen, L. L., Friesen, W. V. & Ekman, P. 1991. Emotion, physiology, and expression in old age. *Psychol Aging*, 6, 28-35.
- Levine, L. J. 1996. The anatomy of disappointment: A naturalistic test of appraisal models of sadness, anger, and hope. *Cognition and Emotion*, 10, 337-359.

- Markowitsch, H. J., Vandekerckhovel, M. M., Lanfermann, H. & Russ, M. O. 2003. Engagement of lateral and medial prefrontal areas in the ecphory of sad and happy autobiographical memories. *Cortex*, 39, 643-65.
- Mayberg, H. S., Liotti, M., Brannan, S. K., McGinnis, S., Mahurin, R. K., Jerabek, P. A., Silva, J. A., Tekell, J. L., Martin, C. C., Lancaster, J. L. & Fox, P. T. 1999. Reciprocal limbic-cortical function and negative mood: converging PET findings in depression and normal sadness. *Am J Psychiatry*, 156, 675-82.
- McGaugh, J. L. 2000. Memory--a century of consolidation. *Science*, 287, 248-51.
- Meston, C. M., Heiman, J. R., Trapnell, P. D. & Carlin, A. S. 1999. Ethnicity, desirable responding, and self-reports of abuse: A comparison of european- and Asian-ancestry undergraduates. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 67, 139-144.
- Milne, E. & Grafman, J. 2001. Ventromedial prefrontal cortex lesions in humans eliminate implicit gender stereotyping. *J Neurosci*, 21, RC150.
- Mill, J. 1974. *El utilitarismo*. Buenos Aires: Aguilar.
- Miller, E. K. & Cohen, J. D. 2001. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci*, 24, 167-202.
- Moltó, J., Montañés, S., Poy, R., Segarra, P., Pastor, M. & Tormo, P. 1999. Un nuevo método para el estudio experimental de las emociones: El international affective picture system (IAPS). Adaptación española. *Rev. de Psicol. Gral. y Aplic.*, 52, 55-87.
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Bramati, I. E. & Grafman, J. 2002a. Functional networks in emotional moral and nonmoral social judgments. *Neuroimage*, 16, 696-703.
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R. & Eslinger, P. J. 2003. Morals and the human brain: a working model. *Neuroreport*, 14, 299-305.
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Eslinger, P. J., Bramati, I. E., Mourao-Miranda, J., Andreiuolo, P. A. & Pessoa, L. 2002b. The neural correlates of moral sensitivity: a functional magnetic resonance imaging investigation of basic and moral emotions. *J Neurosci*, 22, 2730-6.

- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Moll, F. T., Ignacio, F. A., Bramati, I. E., Caparelli-Daquer, E. M. & Eslinger, P. J. 2005a. The moral affiliations of disgust: a functional MRI study. *Cogn Behav Neurol*, 18, 68-78.
- Moll, J., Zahn, R., de Oliveira-Souza, R., Krueger, F. & Grafman, J. 2005b. Opinion: the neural basis of human moral cognition. *Nat Rev Neurosci*, 6, 799-809.
- Monteiro, J. 2003. *Novos estudos humaneos*. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda.
- Morgan, D., Grant, K. A., Gage, H. D., Mach, R. H., Kaplan, J. R., Prioleau, O., Nader, S. H., Buchheimer, N., Ehrenkauf, R. L. & Nader, M. A. 2002. Social dominance in monkeys: dopamine D2 receptors and cocaine self-administration. *Nat Neurosci*, 5, 169-74.
- Morris, J. S., Friston, K. J., Buchel, C., Frith, C. D., Young, A. W., Calder, A. J. & Dolan, R. J. 1998. A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. *Brain*, 121 (Pt 1), 47-57.
- Nichols, S. 2002. Norms with feeling: towards a psychological account of moral judgment. *Cognition*, 84, 221-36.
- O'Donohue, W. T. & Ferguson, K. E. 2003. *Handbook of Professional Ethics for Psychologists: Issues, Questions, and Controversies*. U.S.A.: Sage Publications Inc.
- Oatley, K. & Jenkins, J. 1996. *Understanding emotions*. Oxford: Blackwell.
- Orrison, W. 1995. *Atlas of brain function*. New York: Thieme.
- Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F. & Liberzon, I. 2002. Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage*, 16, 331-48.
- Pimienta, H. J., Escobar, M. I., Palomino J.C. & Quijano, M. C. 1999. Corteza prefrontal: Un mosaico evolutivo, estructural, funcional y clínico. En: Muñoz, J. & Serrano, C. (Eds.), *Primates, evolución e identidad humana*, (pp. 73-82). México: Instituto Mexicano de Psiquiatría.
- Posner, M. I., Sheese, B. E., Odludas, Y. & Tang, Y. 2006. Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Networks*, 19, 1422-1429.
- Premack, D. & Woodruff, G. 1978. Chimpanzee problem-solving: a test for comprehension. *Science*, 202, 532-5.

- Reinders, A. A., Nijenhuis, E. R., Paans, A. M., Korf, J., Willemsen, A. T. & den Boer, J. A. 2003. One brain, two selves. *Neuroimage*, 20, 2119-25.
- Richell, R. a., Mitchell, D. G. V., Peschardt, K. S., Winston, J. S., Leonard, A., Dolan, R. J. & Blair, R. J. R. 2005. Trust and distrust: the perception of trustworthiness of faces in psychopathic and non-psychopathic offenders. *Personality and Individual Differences*, 38, 1735-1744.
- Robins, C. J. & Block, P. 1988. Personal vulnerability, life events, and depressive symptoms: a test of a specific interactional model. *J Pers Soc Psychol*, 54, 847-52.
- Rolls, E. T. 2005. *Emotion explained*. New York: Oxford University Press.
- Rolls, E. T., Hornak, J., Wade, D. & McGrath, J. 1994. Emotion-related learning in patients with social and emotional changes associated with frontal lobe damage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 57, 1518-24.
- Semendeferi, K., Lu, A., Schenker, N. & Damasio, H. 2002. Humans and great apes share a large frontal cortex. *Nature neuroscience*, 5, 272-276.
- Singer, T., Kiebel, S. J., Winston, J. S., Dolan, R. J. & Frith, C. D. 2004. Brain responses to the acquired moral status of faces. *Neuron*, 41, 653-62.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J. P., Stephan, K. E., Dolan, R. J. & Frith, C. D. 2006. Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, 439, 466-9.
- Smith, A. 1941. *Teoría de los sentimientos morales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Spinoza, B. 1990. *Ética demostrada según el orden geométrico*. México: Porrúa.
- Stark, R., Schienle, A., Girod, C., Walter, B., Kirsch, P., Blecker, C., Ott, U., Schafer, A., Sammer, G., Zimmermann, M. & Vaitl, D. 2005. Erotic and disgust-inducing pictures--differences in the hemodynamic responses of the brain. *Biol Psychol*, 70, 19-29.
- Sternglanz, R. W. & DePaulo, B. M. 2004. Reading nonverbal cues to emotions: The advantages and liabilities of relationship closeness. *Journal of Nonverbal Behavior*, 28, 245-266.
- Stroebe, M. 2001. Gender differences in adjustment to bereavement: An empirical and theoretical review. *Review of General Psychology*, 5, 62-83.

- Stürmer, S., Snyder, M. & Omoto, A. M. 2005. Prosocial emotions and helping: the moderating role of group membership. *J Pers Soc Psychol*, 88, 532-46.
- Takahashi, H., Yahata, N., Koeda, M., Matsuda, T., Asai, K. & Okubo, Y. 2004. Brain activation associated with evaluative processes of guilt and embarrassment: an fMRI study. *Neuroimage*, 23, 967-74.
- Tarkka, I. M. & Mnatsakanian, E. V. 2003. Functional specialization in the human frontal cortex observed during task anticipation. *Neuropsychobiology*, 48, 102-10.
- Taylor, J. G. & Fragopanagos, N. F. 2005. The interaction of attention and emotion. *Neural Netw*, 18, 353-69.
- Taylor, S. F., Phan, K. L., Decker, L. R. & Liberzon, I. 2003. Subjective rating of emotionally salient stimuli modulates neural activity. *Neuroimage*, 18, 650-9.
- Tilley, J. 2004. Justifying reasons, motivating reasons and agent relativism in ethics. *Philosophical Studies* 1-27.
- Tomasello, M. & Call, J. 1997. *Primate cognition*. New York: Oxford University Press.
- Vila, J., Sánchez, M., Ramírez, I., Fernández, M., Cobos, P., Rodríguez, S., Muñoz, M., Tormo, P., Herrero, M., Segarra, P., Pastor, M., Montañés, S., Poy, R. & Moltó, J. 2001. El sistema internacional de imágenes afectivas (IAPS): Adaptación española. Segunda parte. *Rev. de Pscol. Gral y Aplic.*, 54, 635-657.
- Volavka, J. 1999. The neurobiology of violence: an update. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 11, 307-14.
- Wang, L., McCarthy, G., Song, A. W. & Labar, K. S. 2005. Amygdala activation to sad pictures during high-field (4 tesla) functional magnetic resonance imaging. *Emotion*, 5, 12-22.
- Wilson, E. O. 1980. *Sociobiología: La nueva síntesis*. Barcelona: Omega.
- Windmann, S. & Kutas, M. 2001. Electrophysiological correlates of emotion-induced recognition bias. *J Cogn Neurosci*, 13, 577-92.