



Revista Chilena de Neuropsiquiatría

ISSN: 0034-7388

directorio@sonepsyn.cl

Sociedad de Neurología, Psiquiatría y
Neurocirugía de Chile
Chile

Nardi, Bernardo; Capecci, Ilaria; Fabri, Mara; Polonara, Gabriele; Salvolini, Ugo; Bellantuono, Cesario;
Molledo, Andrés

Estudio mediante imagen funcional de resonancia magnética (fMRI) de las activaciones emotivas
correlacionadas a la presentación de rostros extraños o del propio rostro en sujetos con personalidad
inward y outward

Revista Chilena de Neuropsiquiatría, vol. 46, núm. 3, septiembre, 2008, pp. 168-181

Sociedad de Neurología, Psiquiatría y Neurocirugía de Chile
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331527713002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Estudio mediante imagen funcional de resonancia magnética (fMRI) de las activaciones emotivas correlacionadas a la presentación de rostros extraños o del propio rostro en sujetos con personalidad inward y outward*

Functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of emotional expressions correlated to strange face expressions or of the itself in subjects with inward or outward personality

Bernardo Nardi¹, Ilaria Capecci¹, Mara Fabri², Gabriele Polonara³,
Ugo Salvolini³, Cesario Bellantuono⁴ y Andrés Moltedo⁵

***Introduction:** Due to patterns of reciprocity based on steady and coherent behaviours or, on the contrary, on articulate and changing behaviours, attachment relationships produce personal meaning organizations respectively centred on inward or outward focus. In inward organizations, emotions are more distinct and reciprocity is more based on physical distance (protection, loneliness); in outward organizations, emotions are more blurred and reciprocity is more based on a semantic sight of relations (approval, rules). Thanks to the modern technologies of neuroimaging (especially functional magnetic resonance, fMRI), a scientific, live study of what happens when an emotion starts is now possible. **Method:** We studied in 10 healthy subjects the amygdala and other nervous system structures activations when the subject perceives emotional expressions by seeing an unknown face and his/her own face. Results were also matched with inward/outward organization (studied with clinical approach and MMPI2, QSP, MQOP). **Results and Discussion:** Our results proved that an unknown face produces higher activation on the subjects than their own face ("surprise effect"); the anger mostly activates the right*

Recibido: 16 de mayo de 2008

Aceptado: 15 de agosto de 2008

*En la elaboración de los datos han colaborado Emidio Arimatea, Marco Brandoni, Gianni Castellucci, Gianluca Cavola, Marisa Del Papa, Marzia Di Nicolò, Sabrina Laurenzi, Giulia Mascioli. La investigación se valió de la colaboración de los técnicos neuroradiólogos Gianrico Conti, Jeffrey Dubbini y Felicita Ramella.

¹ Centro Adolescentes, DSM de Ancona, Universidad Politécnica de la Marca (Italia).

² Sec. Fisiología, Dep. de Neurociencias, Universidad Politécnica de la Marca (Italia).

³ Instituto de Radiología, Universidad Politécnica de la Marca (Italia).

⁴ Clínica Psiquiátrica, Universidad Politécnica de la Marca (Italia).

⁵ Escuela de Psicología, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile).

amygdala, while the joy activates both the amygdalas or the left one (it produces a semantic decoding). Outward subjects, with respect to the inward ones, respond to the anger with a less intense and univocal pattern, activate more cortical areas, not always respond to their own facial expressions and respond to the joy with an higher involvement of the left verbal hemisphere.

Key words: Amygdala, emotions, fMRI, inward or outward personal meaning organizations. *Rev Chil Neuro-Psiquiat* 2008; 46 (3): 168-181

Introducción

Las emociones desempeñan un rol fundamental en la modificación de las funciones psicofisiológicas y en la expresión de los comportamientos; como ya había sido notado por la escuela Hipocrática, ellas también condicionan el funcionamiento de las distintas estructuras somáticas. En tiempos recientes, el estudio psicofisiológico de las emociones ha permitido dar luces sobre los canales de relación entre mente y soma, y de aquellos procesos que están a la base tanto de la salud mental como de la psicopatología, en el continuum que existe entre ambas.

Con este propósito, Papez ha sido de los primeros en notar que “el hipotálamo, los núcleos anteriores del tálamo, el giro del cíngulo, el hipocampo y sus conexiones constituyen un mecanismo armónico que suscita internamente las emociones, y al mismo tiempo contribuyen a organizar las respuestas emotivas”¹. Esta observación está inserta en un panorama cognoscitivo que ha permitido puntualizar que las estructuras límbicas están implicadas en la inducción de las expresiones emotivas en correlación a los estímulos sensoriales, mientras que el componente cortical es el responsable de la elaboración explícita y semántica de las distintas experiencias emotivas.

Contemporáneamente, Kluver y Bucy han observado que, tras una lobectomía temporal que implicaba destrucción de la corteza temporal o del hipocampo y de la amígdala subyacente, el animal mostraba comportamientos emotivos del todo inapropiados respecto al tipo de estimula-

ción; tendía, por ejemplo, a aparearse con animales de especies distintas y, si estaban hambrientos, a llevarse a la boca cualquier tipo de objeto, prescindiendo de cuanto fuese comestible².

Desarrollando posteriormente estas observaciones experimentales y clínicas, Downer ha puesto en evidencia el rol predominante de la amígdala en la valoración emotiva de los estímulos³. Los resultados que él obtuvo han sido confirmados sucesivamente por toda una serie de estudios posteriores que han permitido evidenciar que el reconocimiento de la valencia positiva y negativa de una información sensorial (por ejemplo, visual) tiene lugar sólo después que las informaciones sean unidas y elaboradas por la amígdala. En fin, ha sido demostrado que la estimulación de la amígdala provoca respuestas emotivas del todo sobrepuestas a aquellas evocadas por un estímulo natural, así como una lesión suya interfiere con la actividad autonómica ligada a las emociones, con los comportamientos emotivos ya aprendidos o innatos y con el aprendizaje de nuevas respuestas emotivas hacia el ambiente circundante⁴⁻⁶.

En los últimos años, estudios cada vez más numerosos en el ámbito neuropsicológico y psicopatológico han desplazado la atención de los procesos cognitivos a aquellos centrados en la emoción, investigando las relaciones entre las activaciones subjetivas de naturaleza emocional y los sistemas operativo-funcionales⁴ del sistema nervioso central correlacionados a ellas.

Bajo el perfil metodológico, la introducción de las modernas tecnologías de imágenes funcionales (fMRI, PET, etc) han, en efecto, permitido

sentar las bases para un estudio científico en vivo sobre lo que sucede cuando se experimenta una emoción y sobre las modalidades a través de las cuales las diversas emociones son manejadas en el curso del ciclo vital, sea en condiciones fisiológicas como psicopatológicas (trastornos de ansiedad, del ánimo, etc)^{5,6}.

En un reciente estudio de meta-análisis sobre 385 estudios, realizados mediante PET y fMRI, Costafreda et al⁷, han detectado que, en general, todos los estímulos emocionales resultan asociados a una más alta probabilidad de activación de la amígdala respecto de aquellos neutros; aunque resultados comparables hayan sido observados a raíz de emociones negativas y positivas, porcentajes más elevados de activación han sido reportados por algunas emociones negativas (como el miedo y el disgusto) respecto de aquellas positivas, como la alegría.

En particular, la activación de la amígdala tras la presentación de expresiones faciales de temor y de tristeza ha sido documentada en varios estudios llevados a cabo mediante fMRI⁸⁻¹⁴; Pérez-Edgar et al¹⁴, han señalado, además, que, en la adolescencia, los procesos de la atención interfieren con la activación de la amígdala, encontrando una respuesta claramente superior sobre todo en los sujetos con inhibición comportamental, los cuales aparecen así más expuestos al riesgo de presentar trastornos de ansiedad. Por otra parte, la amígdala y la corteza anterior subgenual están coinvolucradas sea en las respuestas ansiógenas, sea en las variaciones del tono del ánimo, como ha sido recientemente confirmado en trabajos realizados utilizando sea rating scales como el fMRI¹⁵. En otros estudios¹⁶, siempre mediante fMRI, ha sido demostrado que existe una correlación entre hiperactivación de la amígdala a la presentación de expresiones faciales experimentando emociones negativas enmascaradas y depresión mayor.

Comparando las respuestas a la presentación de expresiones faciales de miedo o de alegría, Morris et al⁹, han puesto en evidencia mediante PET, que la amígdala y la región periamigdalina se activa mayormente frente a caras que experi-

mentan miedo respecto a aquellas que experimentan alegría; tales activaciones se incrementan tanto más intensa es la expresión de miedo y que ella es independiente de los procesos explícitos de reconocimiento cortical de la emoción; en fin, en el caso del miedo está mayormente activada la amígdala izquierda. Un posterior trabajo mediante fMRI de Vuilleumier et al¹⁷, ha permitido discriminar las activaciones amigdaloides derivadas de la presentación de expresiones faciales de susto según los componentes espaciales a baja o a alta frecuencia de la imagen: la amígdala recibe, en efecto, los aferentes visuales talámicos mediante dos vías: una, filogenéticamente más antigua, retino-colículo-pulvinar, más directa y rápida, que no pasa por la corteza visual y que transporta informaciones globales, no permitiendo una discriminación fina; la otra, arribando de la corteza visual ventral es más finamente discriminadora pero más larga y lenta. Como han podido observar los autores, la amígdala responde bilateralmente a la presentación de caras asustadas a baja frecuencia, mientras el giro fusiforme (bilateralmente) y la corteza temporo-occipital izquierda responden a alta frecuencia.

En estos sectores recientes de la investigación neurocientífica, dos elementos están asumiendo una notable relevancia, sea bajo el perfil heurístico, sea por las posibles recaídas clínicas en el estudio de los trastornos mentales: la identificación de sistemas neuronales “espejo” y la posibilidad de distinguir bajo el perfil neurobiológico las diferencias entre el pensamiento en primera persona y aquel en tercera persona.

El primero, en relación a los *sistemas neuronales “espejo”* (“*mirror neurons*”, “*mirror systems*”), identificados en el cerebro de los primates y, en particular, en el humano, ha sido observado que ellos se activan tanto cuando un individuo hace o prueba cualquier cosa directamente, o cuando observa a alguien similar que lo hace o prueba esa misma cosa. Los sistemas espejo han sido descritos por el grupo de Rizzolatti¹⁸, a nivel motor en los primates (en el área F5, homóloga a la verbal de Broca en los humanos) y sucesivamente han sido identificados también en las áreas

somatosensoriales e insulares anteriores implicadas, respectivamente, en las senso-percepciones y en el disgusto¹⁹, en la corteza frontal en lo que respecta a las expresiones faciales y a la motivación²⁰, en la amígdala, en la ínsula, en el giro fusiforme y en la corteza orbitofrontal y temporal para la empatía^{21,22}. La presencia de los “sistemas espejo” demuestran que, para comprender el comportamiento de los otros, el cerebro traduce las acciones, las senso-percepciones y las emociones observadas en un lenguaje neural propio.

En relación al segundo elemento, para *percibir como pertenecientes al sí mismo* a las emociones, los pensamientos, las acciones y las intenciones propias, el cerebro realiza una síntesis, elaborando una serie de imágenes y configuraciones diversas²²⁻²⁴. Como ha sido puesto en evidencia mediante fMRI^{21,24,26}, cuando un sujeto piensa en primera persona activa sistemas localizados en la corteza prefrontal, la parietal medial y en la temporo-parietal derecha. Cuando el sujeto piensa en tercera persona, poniéndose así en la perspectiva del otro, activa no sólo la corteza prefrontal medial, sino también aquella temporo-medial izquierda. Estos datos indican que en ambos casos son activados sistemas neuronales operativo-funcionales que son compartidos por ambos exámenes y que aparecen localizados a nivel de la corteza prefrontal medial; esta última parece así suministrar un “nodo” funcional al pasaje de un enfoque interno a uno externo, que requiere también la activación de las áreas “espaciales” del hemisferio derecho.

El descubrimiento de la existencia de sistemas neuronales espejo ha permitido profundizar las bases neurobiológicas de la empatía, al permitir activar inferencias emocionales sobre los estados mentales y sobre los sentimientos de otra persona en contextos sociales. En particular, mediante fMRI, ha sido posible discriminar las diferencias observadas al apreciar las expresiones faciales emotivas atribuidas a los estados emocionales propios o de otros, mediante el estudio de las diferencias de activación cuando se observaba la respuesta emocional ante la presentación de una expresión facial propia (auto-observación) y

cuando se observaba la expresión dicho estado emocional en otra cara (hétero-observación); en ambos casos, las estructuras comunes activadas han resultado la corteza orbito-frontal lateral izquierda, cortezas frontales inferiores derecha e izquierda, surco temporal superior y poli temporales, cerebelo derecho; mientras que en el caso de las expresiones propias ha sido observada una activación de la corteza frontal, de la corteza posterior del cíngulo, del precuneo, del cruce temporo-parietal derecho e izquierdo^{25,26}.

Las tecnologías de neuroimágenes funcionales han permitido estudiar, bajo el perfil de la activación de estructuras encefálicas específicas, las relaciones entre emociones y personalidad. En esta dirección van estudios, como el de Mobbs et al²⁷, que indagan las relaciones entre expresiones faciales emocionales y dimensiones de personalidad (en este caso, aquellas previstas en el NEO-Five-factor Inventory, NEO-FFI: neuroticismo, extraversión, apertura, amabilidad, responsabilidad). Tales estudios han permitido confirmar el hecho que el estilo de personalidad juega un rol fundamental en los sistemas neurobiológicos que permiten apreciar los cambios de humor, aunque el paradigma de referencia considere a la personalidad como una configuración de conjunto y no como un proceso que emerge de las dinámicas del desarrollo individual.

Para superar este límite epistemológico, parece fundamental considerar que, a la base de los procesos que permiten la expresión de la personalidad individual, como también en la modalidad de su estabilización, es posible identificar claramente un valor adaptativo; ello permite mantener una tendencia a la estabilidad de la coherencia interna y definir la identidad, bajo la forma de un sentido de unicidad subjetiva y de constancia en el tiempo. A este valor adaptativo se debe, gracias a la plasticidad del cerebro humano, la capacidad de seleccionar y de estructurar aquella modalidad de funcionamiento psicocomportamental que permite buscar y obtener, del ambiente en el cual se desarrolla y madura, la respuesta a las principales necesidades que se advierten. Bajo este perfil existe, por lo tanto, una

reciprocidad, en el salto evolutivo del desarrollo encefálico, entre la aparición del *homo sapiens* y la aparición de la personalidad, dado que esta última se configura, más que por una serie estructural de habilidades ligadas a las distintas funciones psíquicas, por la capacidad procesal de organizarse de manera autorreferencial, construyendo gradualmente la complejidad interna propia, activándose emotivamente, reordenando la experiencia percibida de manera subjetiva y definiendo, de tal manera, un sentido de sí mismo y del mundo. En cada caso, casi cualquier cambio en la percepción de sí y del mundo, que determina una posterior articulación de los modos de referir a sí la experiencia, es posible sólo al interior de las modalidades procesales, en gran parte implícitas (“tácitas”) e inconscientes, consistentes en los procesos básicos de cierre organizacional propios de cada sujeto²⁸⁻³¹.

Desarrollando modelos explicativos, relativos al funcionamiento mental normal o patológico, se pueden tomar los aspectos invariantes, que permiten la estabilidad sustancial y constante en el tiempo de la modalidad básica de mantención de la coherencia interna. Esta modalidad le permite a cualquier individuo, no obstante las transformaciones y los cambios que encuentra en su ciclo de vida, mantener el sentido de unicidad personal y de continuidad histórica que definen su identidad. Por ejemplo, aquello a que Vittorio Guidano³² ha dado el nombre de “*organizaciones de significado personal*”, OSP (“*Personal Meaning Organizations*”, PMO).

Cada organización, en tanto representa una modalidad de desarrollo en relación a las presiones percibidas del ambiente, presenta valores adaptativos, que le permiten enfrentar y resolver múltiples problemas y que brinda indudables potencialidades. Pero, por otro lado, por las mismas razones, puede presentar fragilidad y prestarse a descompensaciones cuando los estímulos ambientales resultan perturbantes, cuando no pueden ser integrados con continuidad en el sentido de sí mismo en curso.

Por tanto, una percepción más o menos positiva o negativa de sí y del mundo, con la consi-

guiente lectura del propio pasado y futuro, no depende del tipo de cierre organizacional –y, por lo tanto, del tipo de organización– sino sobre todo de la fragilidad constitucional y de los recorridos que, al interior de un marco organizacional dado, el sujeto emprende, asimilando la experiencia y los mensajes externos y transformándolos activamente en sentido de sí.

En algunos sujetos, las emociones aparecen más precozmente, siendo expresadas prevalentemente aquellas denominadas primarias, que para ser activadas no necesitan grandes esquemas cognitivos y se asocian a una construcción de la reciprocidad centrada en un enfoque interno o “*inward*” (las activaciones percibidas son utilizadas para decodificar la situación ambiental en la cual se encuentra) principalmente atenta a la distancia física de las figuras de referencia^{30, 31}.

En otros sujetos, a lo largo de un continuum con posibles situaciones más matizadas e intermedias, las tonalidades emotivas reconocibles son más complejas y aparecen más tardíamente, ya que su activación requiere una valoración cognitiva preventiva del propio comportamiento, asociándose a una construcción de la reciprocidad centrada sobre un enfoque externo o “*outward*” (las señales del ambiente son utilizadas para decodificar las activaciones internas percibidas) y atento a las señales semánticas intercambiadas con las figuras significativas^{30,31}. Un estudio reciente de Alessandro Bertolino et al³³, efectuado mediante fMRI y con la evaluación de los estilos de personalidad conducido por el IPRA de Roma, ha permitido observar que los sujetos inward presentan una mayor activación de la amígdala, del hipocampo y de la corteza prefrontal medial a estímulos alarmantes constituidos por expresiones faciales estándar de miedo respecto a los outward, que presentan, en cambio, una mayor activación a nivel del giro fusiforme, de la corteza occipital asociativa y de la corteza prefrontal dorsolateral. En otro estudio de este grupo³⁴ ha sido demostrado, comparando 14 sujetos inward y 14 outward, que en los primeros, durante la presentación de caras experimentando rabia o temor, se observa también una mayor activación

de la corteza media prefrontal, correlacionada con un mayor reclutamiento neuronal en el curso del procesamiento de estímulos emocionales.

Objetivo de la investigación

A la luz de las consideraciones antes reportadas se ha querido indagar, en voluntarios sin patología, las activaciones de estructuras del SNC producto de estímulos emocionales externos estandarizados, estudiados mediante la resonancia magnética funcional (fMRI), sea cuando el sujeto percibe expresiones emotivas relativas a un rostro extraño (tercera persona), o cuando percibe las mismas activaciones en la imagen de su propio rostro (primera persona).

Por lo tanto, hemos querido observar si los resultados obtenidos fuesen similares o existiesen diferencias según la modalidad de enfoque interno (“inward”) o externo (“outward”), aspectos que conducen a modos diversos de funcionamiento básico de la personalidad individual.

Método

Sujetos

Este estudio ha sido realizado en un grupo de 10 sujetos voluntarios normales sin patología (5 mujeres y 5 hombres, 28-53 años), a los cuales se les ha solicitado el consentimiento informado para participar del estudio, según un protocolo experimental aprobado por el Comité Ético de la Facultad de Medicina y Cirugía de la Universidad Politécnica de la Marca. Los sujetos han sido seleccionados, al interior de un grupo más amplio (N = 25), de acuerdo al sexo (igual cantidad de la muestra femenina y masculina), a la dominancia manual (los sujetos eran todos diestros al test de Oldfield, 35), al nivel de cultura general (instrucción universitaria), a la ausencia de patologías neuropsíquicas actuales y pasadas (excluidas mediante la Brief Psychiatric Rating Scale [BPRS] y entrevistas clínicas preliminares al reclutamiento), y a la edad (exclusión de sujetos de edad inferior a 18 y superior a 60).

Protocolo clínico

La modalidad de enfoque interno (“inward”) o externo (“outward”), aspectos que conducen a modos diversos de funcionamiento básico de la personalidad individual, han sido comprobadas, en ciego respecto a las pruebas efectuadas con fMRI, mediante: a) Cuestionario para la evaluación de la Organización de Significado Personal (QSP)³⁶; b) escala de evaluación L del Minnesota Multiphasic Personality Inventory 2 (MMPI2); c) Mini Cuestionario sobre las Organizaciones de Personalidad (MQOP), preparado ad hoc por nosotros; d) evaluación clínica realizada en ciego respecto a los tests por un psicoterapeuta experto, profesor de Psicoterapia Cognitiva.

El protocolo preveía la exclusión del estudio de aquellos sujetos para los cuales fuese encontrada una eventual no concordancia entre los resultados de los tests y las evaluaciones clínicas de la modalidad de enfoque inward u outward (conectada con la organización de la personalidad) situación que no sucedió en caso alguno.

Entre los sujetos examinados utilizando la batería de tests precedentemente descrita y la entrevista clínica, 6 han manifestado una modalidad de enfoque outward y los otros 4 inward. De los sujetos outward, 4 eran de sexo femenino y 2 de sexo masculino; entre los inward 3 eran de sexo masculino y 1 de sexo femenino.

Adquisición de las imágenes funcionales

El estudio ha sido efectuado utilizando el aparato de resonancia magnética General Electric Signa LX NV/i y CV/i de 1.5 Tesla, provisto de gradientes 50 mT/m. A los sujetos se les ha pedido hallar una posición cómoda, de evitar todo mínimo movimiento y de mantener la mirada fija al centro del campo visual, indicado por una cruz pequeña. La adquisición de las imágenes ha tenido 5 momentos. En el primero ha sido utilizado un localizador sagital para escoger los niveles de las imágenes. De allí ha sido seleccionado un paquete de 10 imágenes axiales oblicuas contiguas, de 5 mm de espesor, paralelas al plano pasando por la línea bicomisural y perpendicular al plano sagital mediano, posicionadas de modo tal de

incluir la amígdala. La segunda pasada ha previsto la adquisición de una secuencia 3D. La tercera ha consistido en la adquisición de imágenes anatómicas axiales a alta resolución, sobre las cuales superponer las imágenes funcionales. En la cuarta pasada han sido adquiridas las imágenes funcionales en los mismos planos axiales, utilizando una secuencia eco-gradiente EPI T2*-pesada. Durante el ciclo de estimulación han sido así obtenidas 1000 imágenes funcionales axiales (100/sección, 1 imagen/3s), adquiridas de los 10 niveles axiales seleccionados en la segunda pasada. Las imágenes funcionales han sido obtenidas con el método del contraste dependiente del nivel de oxigenación de la sangre (Blood Oxygenation Level-Dependent [BOLD]).

Estimulación

Los estímulos visuales han sido presentados por medio de gafas adecuadas, compatibles con el ambiente de la MRI, vinculadas a un computador. Los estímulos utilizados eran caras humanas que experimentaban alternativamente una emoción claramente positiva (*alegría*), una claramente negativa (*rabia*) y una *neutra*. El estímulo ha sido presentado al centro del campo visual según un paradigma en bloque, y los movimientos oculares han sido monitoreados por una telecámara incorporada en las gafas. A cada sujeto le ha sido presentada una secuencia en la cual se alternaban, en orden, una cara con expresión de rabia, una con expresión neutra y una con expresión de alegría, intervaladas por períodos de no estimulación (pantalla gris); cada emoción ha sido presentada 4 veces, expresada, en orden casual, dos veces de un rostro de mujer y dos veces de un rostro de hombre, ambos desconocidos por el sujeto (rostro estándar; experiencia en tercera persona). La segunda secuencia ha consistido en fotografías del mismo sujeto, con las expresiones de rabia, neutra y de alegría, presentadas en el mismo orden (rostro propio; experiencia en primera persona). Cada secuencia ha tenido la duración de 5 minutos, y ha sido compuesta de la siguiente manera: 12 segundos de reposo, 12 segundos de expresión de rabia, 12 segundos

de reposo, 12 segundos de expresión neutra, 12 segundos de reposo, 12 segundos de expresión de alegría, etc, por 4 veces. Durante los 12 segundos de presentación del rostro, la imagen era iluminada sobre la pantalla una vez al segundo y permanecía visible por 500 msec.

Elaboración de los datos

Las imágenes adquiridas han sido analizadas con los softwares Functool, BrainVoyager QX y SPM2, en condición de elaborarlas mediante una serie de realineaciones, corre registros, normalización y análisis estadístico. Tales programas pueden suministrar un mapa de las áreas de activación cerebral, correlacionadas a la presentación del estímulo, haciendo referencia al sistema de Coordenadas de Talairach. Ha sido así posible localizar las áreas de activación en base a tres valores numéricos (x, y, z) y valorar las dimensiones del volumen cerebral activado, expresado por el número de voxel (volumen cerebral unitario 1 mm³).

Resultados

Mediante los tests psicodiagnósticos y la entrevista clínica, 4 sujetos han presentado una organización de personalidad con enfoque *inward*, 6 con enfoque *outward*, existiendo concordancia en todos los casos entre la evaluación clínica y los perfiles obtenidos por los Cuestionarios suministrados.

Para asegurarse que el estímulo visual haya sido percibido, ha sido controlada la activación del área visual primaria en el lóbulo occipital. En presencia de activación en esta región, han sido estudiadas las estructuras cerebrales más directamente correlacionadas con la elaboración de los estímulos emotivos. En esta primera fase la atención ha sido dirigida al estudio de la amígdala, que tiene un rol importante en la elaboración de estímulos con un contenido emotivo de significado social²⁸. La expresión de rabia en un rostro desconocido ha activado la amígdala derecha en 6 sujetos (Figura 1A, B), la izquierda en

3; en 3 sujetos la expresión de rabia en un rostro desconocido no ha provocado activaciones. La expresión neutra no ha tenido particular significado emotivo en tercera persona, y ha producido una leve activación de la amígdala izquierda en 3 sujetos, mientras la derecha la activación ha estado presente en 6 casos. La expresión de alegría en tercera persona ha activado bilateral-

mente la amígdala en 7 de los sujetos, en los restantes 3 se ha producido activación sólo de la amígdala de izquierda.

En la experiencia en primera persona la activación de la amígdala ha estado presente en la derecha en 2 casos (Figura 1C, D) y bilateralmente en 5 para la expresión de rabia; a la derecha en 3 sujetos, a la izquierda en 2 y bilateralmente en 1

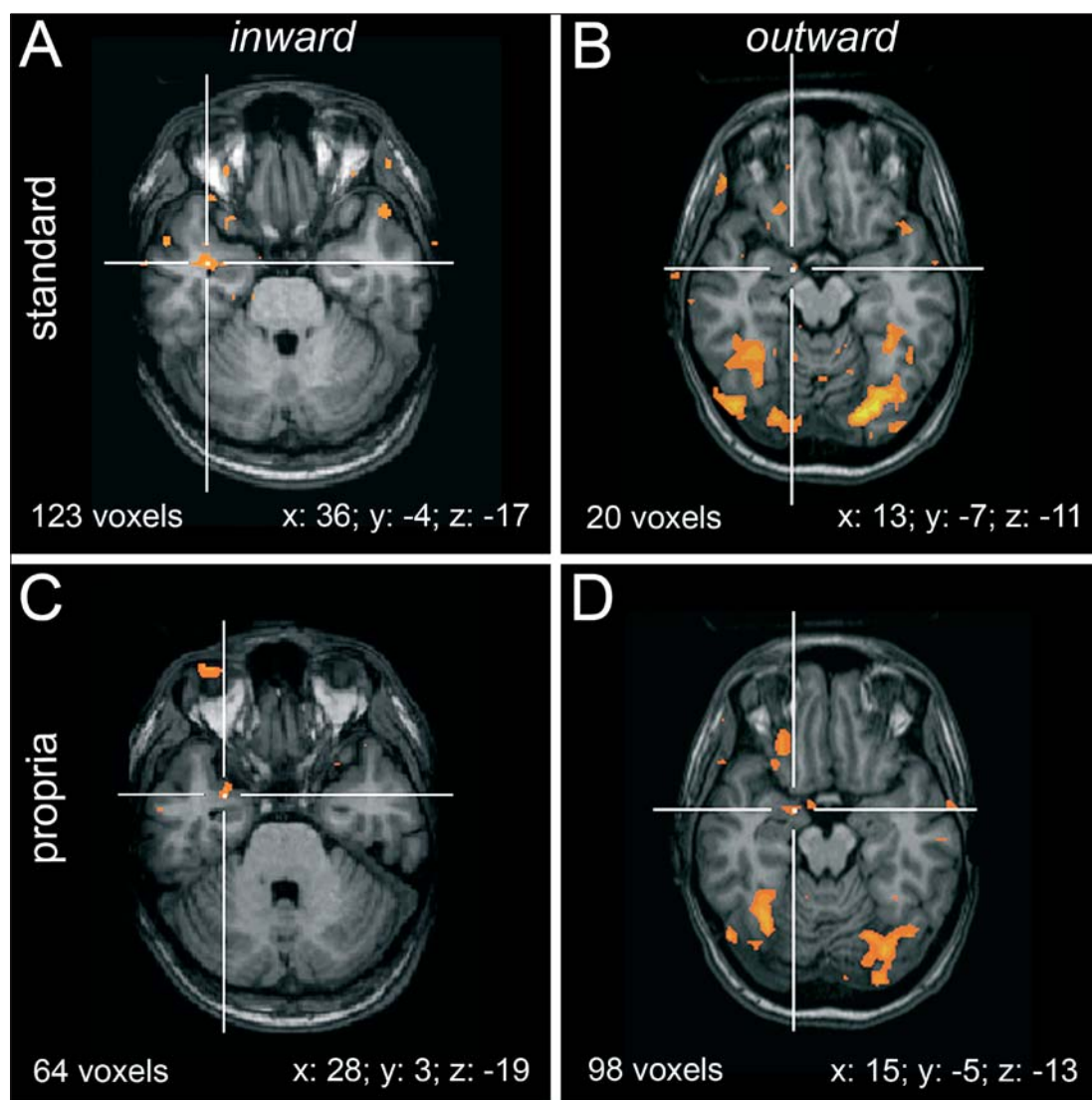


Figura 1. Activación en la amígdala derecha, evidenciada por la intersección de los ejes, evocada por la presentación de caras con expresión de rabia. A: activación observada en un sujeto con estilo de personalidad inward a la presentación de rostro estándar (experiencia en tercera persona); B: activación evocada por el mismo estímulo en un sujeto outward. C: activación evocada en el sujeto inward, el mismo mostrado en A, a la presentación de su rostro (experiencia en primera persona); D: activación evocada por el mismo estímulo en el sujeto outward mostrado en B. Siguiendo la convención radiológica, el hemisferio izquierdo es representado a la derecha.

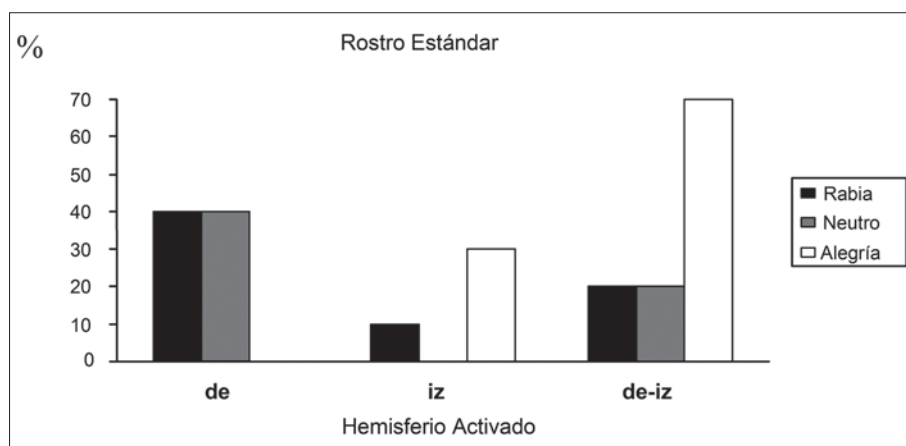


Figura 2. Frecuencia de activación (expresada en porcentaje de sujetos) evocada en la amígdala por la presentación de rostros estándar con expresión de rabia (columna negra), neutra (columna gris) y de alegría (columna blanca).

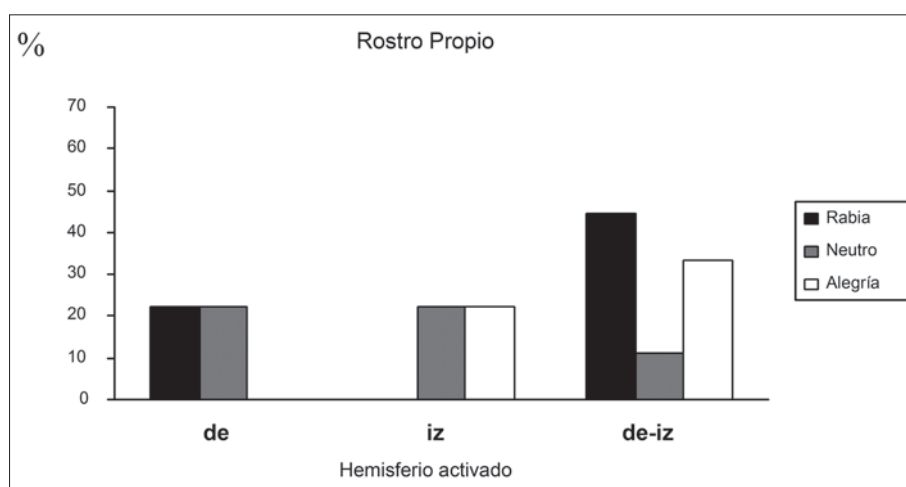


Figura 3. Frecuencia de activación (expresada en porcentaje de sujetos) evocada en la amígdala por la presentación de rostros propios con expresión de rabia (columna negra), neutra (columna gris) y de alegría (columna blanca).

para la expresión neutra; la expresión de alegría, en fin, ha activado la amígdala bilateralmente en 5 sujetos y la izquierda en 2.

Los volúmenes de activación no presentan resultados distintos de aquellos determinados por la presentación de caras estándar, aunque, a causa del bajo número de casos, no ha sido efectuado por el momento algún análisis estadístico.

En lo que respecta al estilo de personalidad, la diferencia más evidente ha consistido en el mayor número de voxels activados en la amígdala derecha de los sujetos *inward* (Figura 1A) respecto a los *outward* (Figura 1B); tal diferencia ha resultado evidente sólo en la experiencia en tercera persona.

Los resultados antes descritos pueden ser recopilados en las Figuras 2 y 3.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman el hecho de que la amígdala está implicada en la elaboración de estímulos con un significado emocional, especialmente si están correlacionados a valores sociales, como ya ha sido señalado en distintos trabajos relativos a investigaciones de neuroimagen funcional, realizadas mediante PET o fMRI⁷⁻¹⁴. Haciendo referencia a aquellos trabajos más estrechamente correlacionables con cuanto nos hemos propuesto ve-

rificar, la presencia de activaciones bilaterales o lateralizadas (prevalencia izquierda según Morris et al⁹; activación bilateral para Vuilleumier et al¹⁷; activación prevalentemente derecha en nuestro caso) puede ser puesta en relación con una diversa coimplicación de los circuitos que arriban a la amígdala o directamente del tronco encefálico, o a través de la corteza visual. Tal comportamiento funcional distinto puede ser puesto en relación, como se verá, con el enfoque prevalentemente inward o outward que caracteriza la organización de significado personal de algún sujeto, de acuerdo con lo observado por Bertolino et al, en colaboración con el IPRA³³⁻³⁴.

Además, tanto en otros estudios^{21,25} que han demostrado cómo el experimentar experiencias en primera o en tercera persona, junto a la activación de áreas comunes, conlleva también diferencias específicas, como en nuestros datos, focalizando la atención principalmente sobre la amígdala, han emergido diferencias significativas: en la casuística observada por nosotros, en efecto, la amígdala se ha activado mayormente tras las expresiones faciales percibidas en los rostros extraños, probablemente por la importancia de un “efecto sorpresa” y por una mayor focalización de los procesos de la atención sobre los detalles “estéticos” desconocidos y no apreciados, más que sobre la emoción misma, como sucede al percibirla observando la propia imagen.

Otro dato surgido de nuestro estudio concierne a la activación prevalentemente bilateral de la amígdala tras la percepción de las imágenes propias. La amígdala derecha, además, se ha activado mayormente durante la presentación de caras experimentando rabia, que muestran, por consiguiente, una emoción que prescinde, al menos en la fase de activación, de la codificación semántica cortical. La visión de rostros experimentando alegría, en cambio, ha activado la amígdala bilateralmente o mayormente izquierda; y estando esta última directamente conectada con las áreas corticales del lenguaje, se puede deducir que la alegría sea una emoción más compleja e indirecta que la rabia, necesitando de una codificación semántica.

Bajo el perfil del estudio de los procesos que llevan a la organización del significado personal específica de algún individuo, nuestra investigación ha confirmado lo observado por Bertolino et al³³ y Rubino et al³⁴, es decir, que las organizaciones inward y outward presentan diferencias significativas de activación emocional, documentables no sólo a nivel clínico, sino también mediante los correlatos neurofuncionales observables mediante fMRI.

Nuestra investigación ha permitido profundizar algunos aspectos clínicos, utilizados en la aproximación psicoterapéutica constructivista post-racionalista, y concernientes al procesamiento subjetivo de la experiencia inmediata^{28,31,32}.

En efecto, de la comparación entre las activaciones verificables tras la presentación de rostros extraños o propios, experimentando una emoción negativa, una positiva o una expresión neutra, es posible hacer las siguientes consideraciones:

En los sujetos *inward*, en primer lugar, ha sido confirmada la evidencia experimental, obtenida por Bertolino et al²⁸, que documenta una mayor activación de la amígdala derecha como respuesta a rostros con expresión de rabia, activación que resulta muy sólida en la zona estudiada. Este dato justifica el hecho que estos individuos, operan un enfoque de la experiencia interna, y utilizan de manera marcada las emociones básicas (como la rabia), a través de las cuales recavan si el ambiente externo les resulta o no favorable.

Además, en los inward la expresión neutra ha evocado la activación de la amígdala en un número casi mayor cuando era presentada sobre el rostro propio respecto a un rostro desconocido; esta activación ha sido observada significativamente sólo en los sujetos con enfoque inward, en cuanto ellos están más centrados sobre los estados internos propios, a partir de los cuales a continuación efectúan una evaluación de la positividad o negatividad de la situación externa. Tal resultado puede, por consiguiente, ser explicado con el hecho que la visión del rostro propio produce de todos modos una respuesta emotiva cuando lo externo es leído a través de lo interno.

En los sujetos *outward*, al contrario, de acuerdo con los datos clínicos recavados del enfoque constructivista post-racionalista, ha sido evidenciada una activación menos unívoca de la amígdala, aunque intensa, mientras emerge una mayor activación, respecto a los *inward*, de otras zonas cerebrales; este dato, evidente tras la presentación de expresiones faciales de rabia, ha sido observado también en relación a aquellas de alegría; además, tras las expresiones de alegría, ha emergido un mayor involucramiento del hemisferio verbal respecto de los sujetos *inward*. Estos datos confirman la mayor codificación semántica de las emociones en los sujetos *outward*, que prefieren la comunicación semántica, necesitando de una constante referencia a confirmaciones y normas externas para mantener constante el sentido de sí. En los *inward*, por el contrario, la comunicación está prevalentemente centrada en los aspectos físicos, como el manejo de la distancia respecto a los otros³¹.

Conclusiones

Como emerge de este estudio, gracias a los nuevos métodos y a los progresos de las neurociencias, se pueden identificar innovadoras líneas de investigación, tales como verificar el modelo constructivista post-racionalista de las organizaciones de significado personal. Tales líneas confirman la concepción clínica de que los aspectos subjetivos de la experiencia humana no son algo irracional, no definible y no estudiable científicamente, sino, al contrario, pueden abrir el acceso a un conocimiento más profundo de la unicidad de la experiencia individual. En efecto, si el enfoque en los procesos psíquicos es un deber permanentemente privilegiado e irrenunciable de la psicoterapia, en el curso de la cual el terapeuta los reconstruye y los reformula al interior de una relación dual única e irrepetible, ellos empiezan a aparecer documentables en sus correlatos biológicos gracias a protocolos científicos estandarizados y verificables, los cuales, a su vez, pueden ser considerados como instrumentos de valida-

ción de los presupuestos psicoterapéuticos epistemológicos.

Así, mediante los estudios de neuroimagen funcional, el focus que el cognoscitismo constructivista post-racionalista hace sobre los contenidos subjetivos de la consciencia puede hallar importantes confirmaciones experimentales, confirmando también el perfil de la aproximación cognoscitiva al funcionamiento de la mente.

En síntesis, los estudios de neuroimagen funcional, como aquellos realizados por nosotros mediante fMRI, confirman el rol de la amígdala—sobre todo aquella del hemisferio “no verbal”—en la respuesta a los estímulos emocionales. Además, la activación emotiva resulta mayor tras la presentación de rostros extraños, por la probable “distracción” ante sus particulares irrelevancias respecto de la imagen propia.

La marcada activación de la amígdala derecha en el caso de expresiones de rabia, respecto de aquella más modesta, bilateral o lateralizada a la izquierda, consecuentes a las expresiones de alegría, parece sostener la hipótesis que la rabia sea una emoción más directa, que involucra primariamente la amígdala y que, sobre todo en los sujetos *inward*, no necesita para ser activada de pasajes corticales, mientras que la alegría resulta ser más compleja y necesita del auxilio de las áreas superiores como aquellas del lenguaje. Así, el estudio del estilo *inward* o *outward* del enfoque de la experiencia permite superar algunos aspectos contrastantes presentes en la literatura precedente; además, respecto a los *inward*, en los *outward* las activaciones amigdaloides parecen menos lateralizadas e intensas, son más difusas a estructuras extra-amigdaloides e involucran de manera evidente estructuras superiores, incluso del área lingüística.

En síntesis, nuestros resultados coinciden con el hecho de que la construcción de la personalidad y los comportamientos recíprocos de apego entre cuidador y niño tienen una base biológica, como parecen indicar recientes estudios sobre polimorfismos genéticos³⁷. Para indagar posteriormente estos aspectos, en colaboración con los Institutos de Biología y Genética y de Medicina

Legal de la Universidad Politécnica de la Marca, nuestro grupo ha puesto en marcha un protocolo sobre las relaciones entre variantes genéticas y modalidad de apego, que están a la base de la

construcción de las organizaciones de significado personal, de las cuales el enfoque *inward* o *outward* de la experiencia constituyen una importante expresión.

Resumen

Introducción: Patrones de reciprocidad estables y coherentes o, al contrario, no unívocos y cambiantes, permiten desarrollar organizaciones de significado personal con enfoque de la experiencia a lo interno (*inward*) o externo (*outward*). En los *inward* las emociones son más definidas y la reciprocidad es primordialmente física (protección, soledad); en los *outward* las emociones son más difuminadas y la reciprocidad es prevalentemente semántica (confirmación, reglas). Las modernas tecnologías de imágenes funcionales han permitido estudiar en vivo qué sucede cuando se experimenta una emoción. **Método:** Hemos estudiado, mediante imagen funcional de resonancia magnética (fMRI), las activaciones de la amígdala y de otras estructuras del SNC producidas, en 10 voluntarios sanos, por estímulos emocionales externos estandarizados, tanto cuando el sujeto percibe expresiones emotivas relativas a un rostro extraño (tercera persona), como relativas al rostro propio (primera persona). **Resultados y Discusión:** Los resultados obtenidos han sido confrontados con las modalidades de enfoque *inward* o *outward*, atribuibles al funcionamiento de base de la personalidad individual. Tales modalidades han sido comprobadas mediante MMPI2, QSP y MQOP asociados a una evaluación clínica realizada por un psicoterapeuta experto. Los resultados indican que un rostro extraño produce activaciones mayores respecto al propio ("efecto sorpresa"), que la rabia activa mayormente la amígdala derecha, mientras que la alegría activa ambas amígdalas o la izquierda. Los *outward*, respecto a los *inward*, responden a la rabia de manera menos intensa y unívoca, activan más áreas corticales, pueden no responder a las emociones propias y tienen una mayor implicación del hemisferio verbal en la alegría.

Palabras clave: Amígdala, emociones, fMRI, organizaciones de significado personal *inward* y *outward*.

Referencias

1. Papez J W. A proposed mechanism of emotion. Archives of Neurology and Psychiatry 1937; 79: 217-24.
2. Kluver H, Bucy P C. Preliminary analysis of function of the temporal lobes in monkeys. Archives of Neurology and Psychiatry 1939; 42: 979-1000.
3. Downer J D C. Changes in visual gnostic function and emotional behaviour following unilateral temporal lobe damage in the split-brain monkey. Nature 1961: 50-1.
4. Luria A R. Higher Cortical Functions in Man. Basic Books, New York, 1980.
5. LeDoux J. Il Cervello Emotivo. Baldini Castoldi Dalai, Milano, 1998.
6. LeDoux J. Il Sé Sináptico. Raffaello Cortina, Milano, 2002.
7. Costafreda S G, Brammer M J, David A S, Fu C H. Predictors of amygdala activation during the processing of emotional stimuli: A meta-analysis of

- 385 PET and fMRI studies. *Brain Res Rev* 2007; 12: 58-69.
8. Breiter H C, Etcoff N L, Whalen P J, Kennedy W A, Rauch S L, Buckner R L, *et al.* Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron* 1996; 17: 875-87.
 9. Morris J, Frith C, Perret D. A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Neuropsychologia* 1996; 42: 1029-40.
 10. Phillips M L, Young A W, Scott S K, Calder A J, Andrew C, Giampietro V, *et al.* Neural responses to facial and vocal expressions of fear and disgust. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 265 1998; 1809-17.
 11. Whalen P J, Rauch S L, Etcoff N L, McInerney S C, Lee M B, Jenike M A. Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *J Neurosci* 1998; 18: 411-8.
 12. Whalen P J, Shin L M, McInerney S C, Fischer H, Wright C I, Rauch S L. A functional MRI study of human amygdala responses to facial expressions of fear versus anger. *Emotion* 2001; 1: 70-83.
 13. Wang L, McCarthy G, Song A W, Labar K S. Amygdala activation to sad pictures during high-field (4 tesla) functional magnetic resonance imaging. *Emotion* 2005; 5 (1): 12-22.
 14. Pérez-Edgar K, Roberson-Nay R, Hardin M G, Poeth K, Guyer A E, Nelson E E, *et al.* Attention alters neural responses to evocative faces in behaviorally inhibited adolescents. *Neuroimage* 2007; 35(4): 1538-46.
 15. Haas B W, Omura K, Constable R T, Canli T. Emotional conflict and neuroticism: personality-dependent activation in the amygdala and subgenual anterior cingulate. *Behav Neurosci* 2007; 121(2): 249-56.
 16. Dannlowski U, Ohrmann P, Bauer J, Kugel H, Arolt V, Heindel W, *et al.* Amygdala reactivity to masked negative faces is associated with automatic judgmental bias in major depression: A 3 T fMRI study. *J Psychiatry Neurosci (Canadian Medical Association)* 2007; 32(6): 423-9.
 17. Vuilleumier P, Armony J L, Driver J, Dolan R J. Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neurosci* 2003; 6 (6): 624-31.
 18. Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nat Rev Neurosci* 2001; 2: 661-70.
 19. Keyser C, Kohler E, Umiltà M A, Nanetti L, Fogassi L, Gallese V. Audiovisual mirror neurons and action recognition. *Exp. Brain Res* 2003; 153 (4): 628-36.
 20. Iacoboni M, Molnar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta J C, Rizzolatti G. Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PloS Biol* 2005; 3: E79.
 21. Vogeley K, Newen A. Io penso ciò che tu non pensi. *Mente e Cervello* 2003; 6: 72-9.
 22. Edelman G M. *Seconda Natura. Scienza del cervello e Conoscenza Umana*. Cortina, Milano, 2007.
 23. Damasio A R. *The Feeling of What Happens. Body and Emotion in the Making of Consciousness*, 1999.
 24. Schulte-Rüther M, Markowitsch H J, Fink G R, Piefke M. Mirror neuron and theory of mind mechanisms involved in face-to-face interactions: a functional magnetic resonance imaging approach to empathy. *J Cogn Neurosci* 2007; 19 (8): 1354-72.
 25. Vogeley K, Schneider-Axmann T, Pfeiffer U, Tepest R, Bayer T A, Bogerts B, *et al.* Disturbed gyrification of the prefrontal region in male schizophrenic patients: A morphometric postmortem study. *American Journal of Psychiatry* 2000; 157: 34-9.
 26. Singer T, Kiebel S J, Winston J S, Dolan R J, Frith C D. Brain responses to the acquired moral status of faces. *Neuron* 2004; 41: 653-62.
 27. Mobbs D, Hagan C C, Azim E, Menon V, Reiss A L. Personality predicts activity in reward and emotional regions associated with humor. *PNAS* 2005; 102 (45): 16502-6.
 28. Nardi B. *Processi Psicologici e Psicopatologia nell'Approccio Cognitivo. Nuove Prospettive in Psicologia e in Psichiatria Clinica*. Franco Angeli, Milano, 2001, 2003.
 29. Nardi B, Capecci I. Contributo per una lettura evolutiva e adattiva delle organizzazioni di significato negli stili di personalità. *Quaderni di Psicoterapia Cognitiva* 2005; 17 (9/2): 34-52.

30. Nardi B, Capecchi I. I processi di organizzazione degli stili di personalità e le basi dell'unicità personale. *Quaderni di Psicoterapia Cognitiva* 2006; 18 (10/1): 48-83.
31. Nardi B. *Costruirsi. Sviluppo e Adattamento del Sé nella Normalità e nella Patologia*. Franco Angeli, Milano, 2007.
32. Guidano V F. *Complexity of the Self*. Guilford, New York, 1987. Ed. It.: *La Complessità del Sé*. Bollati Boringhieri, Torino, 1987.
33. Bertolino A, Arciero G, Rubino V, Latorre V, DeCandia M, Mazzola V, *et al.* Variation of the human amygdala response during threatening stimuli as a function of 5'HTTLPR genotype and personality style. *Biol Psychiatry* 2005; 57: 1517-25.
34. Rubino V, Blasi G, Latorre V, Fazio L, D'Errico I, Mazzola V, *et al.* Activity in medial prefrontal cortex during cognitive evaluation of threatening stimuli as a function of personality style. *Brain Research Bulletin* 2007; 74: 250-7.
35. Oldfield R C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 1971; 9: 7-113.
36. Picardi A. First steps in the assessment of cognitive-emotional organisation within the framework of Guidano's model of the self. *Psychoter. Psychosom* 2003; 72: 363-5.
37. Bertolino A, Arciero G, Rubino V, Latorre V, De Candia M, Mazzola V, *et al.* Variation of human amygdala response during threatening stimuli as a function of 5'HTTLPR genotype and personality style, *Biological Psychiatry* 2005; 57 (12): 1517-25.

Correspondencia:

Dr. Bernardo Nardi

E-mail: bernardonardi@alice.it