



Jornades de Foment de la Investigació

ACTIVIDAD CEREBRAL DURANTE LA ANTICIPACIÓN Y LA REACTIVIDAD A IMÁGENES ERÓTICAS EN FUNCIÓN DE LAS DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN EXTRAVERSIÓN

**Víctor COSTUMERO
Juán Carlos BUSTAMANTE
Alfonso BARRÓS-LOSCERTALES
Noelia VENTURA-CAMPOS
Paola FUENTES
César ÁVILA**

INTRODUCCIÓN

El estudio de las bases biológicas de la personalidad es el objetivo de muchas investigaciones dentro del campo de análisis de las diferencias individuales. El estudio de las diferencias individuales en sistemas biológicos que se relacionen con las diferencias individuales observadas en personalidad, proporciona a los investigadores una mayor comprensión acerca de cuáles son las variables que modulan la conducta humana.

En los últimos años, las técnicas de neuroimagen funcional se han utilizado para investigar las relaciones entre la actividad cerebral y las puntuaciones en las dimensiones de personalidad obtenidas mediante cuestionarios (Stenberg et al., 1993; Johnson et al., 1999; Sugiura et al., 2000; Turner et al., 2003; Deckersbach et al., 2006). Un rasgo muy estudiado ha sido la extraversión. Este rasgo está presente en diversos modelos de personalidad como el modelo de Eysenck (Eysenck, 1967) o el modelo de los Cinco Factores (Costa y McCrae, 1992) y es similar o se relaciona con conceptos pertenecientes a otros modelos (Zuckerman, 1993; Gray, 1972; Tellegen., 1985). Personas que puntúan alto en extraversión se caracterizan por ser optimistas, alegres, activas y que disfrutan de las relaciones sociales (McCrae y Costa, 1999).

Otras características atribuidas a las personas extravertidas son una mayor sensibilidad a las señales de recompensa y una mayor propensión a experimentar afecto positivo (Wright 2006). Por una parte se ha visto que la extraversión está relacionada con la búsqueda persistente de las metas deseadas, el deseo de obtener nuevas recompensas y la motivación para acercarse a eventos potencialmente gratificantes (Smits y Boeck, 2006). Por otra parte, la extraversión se ha relacionado con el afecto positivo y con una mayor respuesta ante estímulos recompensantes (Eysenck, 1967; Gray, 1987; Tellegen, 1985). Por ejemplo, en estudios de inducción del estado de ánimo, la extraversión se ha asociado con una mayor sensibilidad a estímulos recompensantes como falsos comentarios de éxito (Larsen., 1989), imaginación de situaciones positivas (Larsen., 1991; Rusting y Larsen., 1997) y recompensas monetarias (Gomez et al., 2000).

El sistema dopaminérgico ha sido propuesto como sustrato neural de extraversión (Depue y Collins, 1999). Diversas estructuras corticales y límbicas, tales como el núcleo accumbens, el núcleo caudado, el putamen, la corteza orbitofrontal, el córtex prefrontal medial, el cíngulo anterior, la amígdala, el hipocampo, o la ínsula están estrechamente relacionados con el procesamiento de la recompensa (Knutson y Cooper, 2005; Depue y Collins, 1999). Las vías dopaminérgicas que proyectan a estas áreas, forman una red que facilita diversos procesos relacionados con el procesamiento de la recompensa como la generación y mantenimiento de la motivación por incentivos, la codificación de una intensidad motivacional en actos motores y la integración sensorio-motora para proporcionar respuestas motoras coordinadas. Las diferencias individuales en el funcionamiento de estas redes sería la base de las diferencias individuales observadas en la extraversión (Depue y Collins, 1999).

El objetivo de nuestra investigación fue analizar la relación entre la extraversión y el funcionamiento de las estructuras pertenecientes al sistema dopaminérgico que participan en el procesamiento de la recompensa. En concreto, hemos estudiado la relación entre la extraversión y la activación cerebral en las estructuras cerebrales relacionadas con el procesamiento de

la recompensa durante la anticipación a partir de señales condicionadas y la reactividad ante estímulos recompensantes. Con este fin, empleamos una tarea basada en el condicionamiento clásico en la cual se condicionaba una señal a la aparición de imágenes eróticas positivas y otra señal a la aparición de imágenes neutras. Investigaciones previas con resonancia magnética funcional (RMF) han mostrado correlación positiva entre las puntuaciones de extraversión y la activación del cerebro en el núcleo accumbens, caudado y en la corteza prefrontal medial durante la anticipación de una recompensa monetaria frente a la anticipación de no recompensa (Knutson y Bhanji., 2006). Por otro lado, otros estudios de RMF mostraron cómo diferencias individuales en la actividad cerebral en respuesta a estímulos positivos correlacionaba con extraversión. Canli (2002) observó que la activación de la amígdala izquierda correlacionaba positivamente con el grado de extraversión durante la presentación de caras con expresión de alegría. Vaidya et al. (2007) mostraron que las puntuaciones más altas en extraversión se asociaban con una mayor activación en la corteza occipital y la amígdala en respuesta a olores agradables. Por su parte, Moobs (2005) encontró una modulación de la activación del córtex orbitofrontal y la amígdala ante la presentación de caricaturas humorísticas en función de la extraversión. En base a estos hallazgos previos nuestra hipótesis fue que las diferencias individuales en extraversión modularan la activación cerebral dentro del sistema dopaminérgico durante la anticipación y la reacción a imágenes eróticas.

PROCEDIMIENTO

SUJETOS

Cuarenta y tres sujetos varones (edad= $24,5 \pm 3,7$; años de educación= $13,5 \pm 2,1$) participaron en este estudio de resonancia magnética funcional consistente en un paradigma de eventos rápidos basado en el condicionamiento clásico. Los sujetos seleccionados fueron personas sanas, sin historia de lesión cerebral ni de trastorno psiquiátrico, de los cuales 42 eran diestros y uno zurdo según el Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971). EL rasgo de personalidad Extraversión se midió con la versión española del NEO-FFI (Avia, 2000). Este instrumento consta de 60 elementos a los que los participantes responden en una escala Likert de 5 puntos. Las puntuaciones en Extraversión tuvieron un rango de 11 a 45 y su media (28,9) y desviación típica (± 7), similar a la de la muestra normativa (Sanz et al. 1999).

METODOLOGÍA

La tarea que se utilizó fue una adaptación de un estudio anterior centrado en la anticipación y la reactividad a estímulos emocionales aversivos (Mackiewicz et al., 2006). Cada ensayo consistió en la presentación durante 1-s de una señal («X» u «O») que prevenía la aparición de un estímulo, seguido de una pantalla en negro presentada durante un intervalo variable de

6, 7, 8, 9 o 10-s, y seguido de una imagen presentada durante 1-s. En la condición apetitiva, la señal presentada era la X la cual siempre era seguida por una imagen erótica. Para la condición neutra, la señal presentada era el círculo el cual siempre iba seguido por una imagen neutra. Los sujetos fueron instruidos acerca de la relación entre la señal y el estímulo antes de la exploración y realizaron una práctica del paradigma durante 9:12 min utilizando un conjunto diferente de imágenes eróticas y neutras al presentado durante la fase experimental. Todas las señales eran blancas y se presentaban sobre un fondo negro. Los ensayos fueron pseudoaleatorizados, con el objetivo de que ninguna de las dos condiciones (apetitiva o neutra) se presentara más de dos veces consecutivas. La el tiempo entre ensayos variaba entre 6, 7, 8, 9 y 10-s. Tanto el intervalo entre estímulos como el intervalo entre ensayos estaban pseudoaleatorizados. Entre la señal predictiva y la imagen aparecía un punto de fijación.

La tarea estaba dividida en tres sesiones cada una de las cuales estaba formada por ocho ensayos apetitivos y ocho ensayos neutros (24 positivos y 24 neutros en total). Cada sesión comenzaba con una pantalla en negro de 10-s de duración, tras la cual comenzaba la tarea que duraba 7:00, 7:15 y 7:03 respectivamente. El orden de las sesiones fue aleatorizado entre los sujetos. Se utilizó un mando de respuesta durante el experimento (NordicNeuroLab, Noruega), de forma que los sujetos fueron instruidos para apretar un botón después de la aparición de cada señal y cada imagen. Los sujetos fueron instruidos también para que respondieran ante la presentación de una cruz (presentada durante 1-s) de forma aislada durante el paradigma experimental (seis por sesión, un total de 18) que se utilizaban como eventos nulos.

Durante el estudio los sujetos vieron 48 fotografías del International Affective Picture Set; (Lang et al. 1999), con una resolución de 800x600 píxeles y sin que ninguna se presentara más de una vez. 24 fotografías fueron eróticas y 24 neutras. Las fotografías fueron seleccionadas en base a las normas publicadas (Vila et al. 2001) de forma que se escogieron aquellas con mayores niveles de arousal y valencia para el conjunto de fotografías eróticas, las cuales incluían principalmente fotografías de parejas y chicas desnudas. Para las imágenes neutras (consistentes en objetos cotidianos) se seleccionaron aquellas con puntuaciones medias en valencia y bajas en arousal. Tras finalizar la tarea los sujetos valoraron las imágenes en términos de valencia y arousal (en una escala de 1-9).

ADQUISICIÓN

La adquisición de imágenes se realizó con un escáner de resonancia magnética Siemens Avanto de 1,5 T (Erlangen, Alemania). Las imágenes funcionales fueron obtenidas utilizando un gradiente de T2 *, con TR/TE = 2000/30 ms, flip_90°. Se adquirieron treinta cortes de 3,5 mm de espesor (resolución en plano 2x2 mm) angulados en paralelo a los hipocampos, con una separación axial de 0,5-mm entre cortes. El número de volúmenes funcionales fue de 213 para la primera sesión, 218 para la segunda y 214 para la tercera. Las imágenes estructurales fueron adquiridas mediante una secuencia potenciada en T1, con TR/TE = 11/4,9ms, flip_90°, tamaño del vóxel = 1-mm³, lo que facilitó la localización y corrección de los datos funcionales.

PREPROCESADO Y ANÁLISIS DE NEUROIMAGEN

Los datos fueron analizados mediante el software SPM5 (Wellcome Department of Imaging Neuroscience; <<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>>). Para el pre-procesado, las series temporales de los voxels se interpolaron intra-volumen al corte medio (en términos de tiempo de adquisición) para corregir la adquisición de cortes no simultáneos, a través de las tres sesiones. Posteriormente, se realizó una corrección de movimiento, tomando como imagen de referencia la primera imagen de la primera sesión, obteniendo a posteriori la imagen media de realineamiento, y utilizando esta como referencia para la corrección de movimiento para las otras dos sesiones. Esta corrección se realizó mediante una transformaciones rígidas de seis parámetros (traslación (x, y,z) y rotación (x, y, z)). La imagen anatómica de cada individuo se corrigió a la media de sus imágenes funcionales a partir de una transformación rígida. Después se segmentó la imagen anatómica de la que se obtuvieron los parámetros utilizados posteriormente para la normalización espacial. Esta normalización se hizo en función de la plantilla del Instituto Neurológico de Montreal (MNI) mediante la aplicación de una transformación afín, seguido de una deformación no lineal utilizando las funciones base, definidas en el programa SPM (Ashburner y Fristón, 1999). Los parámetros de transformación calculados se aplicaron a todas las imágenes funcionales, interpolando a un tamaño de vóxel final de $3 \times 3 \times 3 \text{ mm}^3$. Las imágenes fueron posteriormente suavizadas espacialmente con 6 mm de kernel Gaussiano isotrópico.

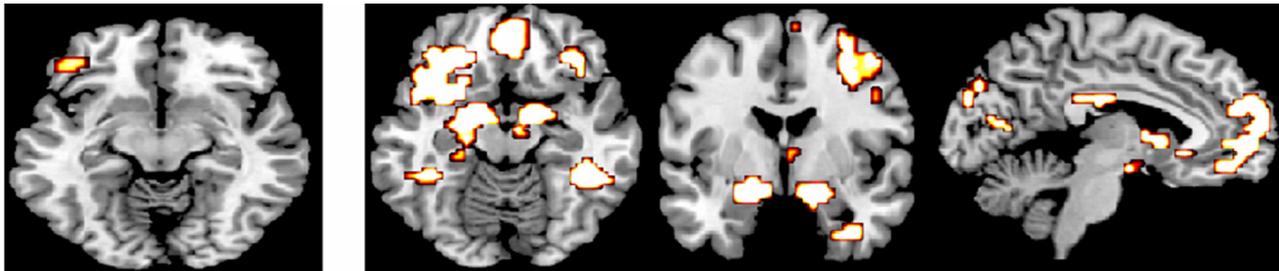
El análisis estadístico se realizó mediante una aproximación en dos niveles. En el primer nivel (efectos fijos), se aplicó un análisis estadístico a nivel individual, obteniendo así los resultados de activación cerebral para cada participante, tanto en las condiciones de anticipación como de reactividad. Los contrastes obtenidos del análisis de primer nivel, se utilizaron posteriormente en un segundo nivel de análisis a nivel muestral. Realizando una prueba T de una muestra para cada condición, se obtuvo la activación cerebral que se producía ante la anticipación y ante la reacción a los estímulos eróticos. Finalmente, para estudiar el efecto de la extraversión en la anticipación y en la reacción a los estímulos eróticos a nivel cerebral, se realizó un análisis de regresión múltiple para cada condición. En este análisis de regresión múltiple se utilizó las puntuaciones de Extraversión como regresor, covariando por la edad.

RESULTADOS

Las valoraciones tanto en valencia como en arousal fueron superiores para las imágenes eróticas (media valencia $6,78 \pm 1,25$; media arousal $6,42 \pm 1,28$) que para las imágenes neutras (media valencia $3,65 \pm 1,45$; media arousal $2,29 \pm 1,06$), como era de esperar en función de los criterios de selección.

Respecto a los resultados funcionales, la prueba T de una muestra para la condición de anticipación, mostró una mayor activación en el córtex orbitofrontal lateral izquierdo ($-42, 37, -9$; $T=4,22$, $p<0,005$, $k=26$) para las señales que precedían a las imágenes eróticas en comparación con las señales que precedían la aparición de imágenes neutras. Para la condición de reactividad,

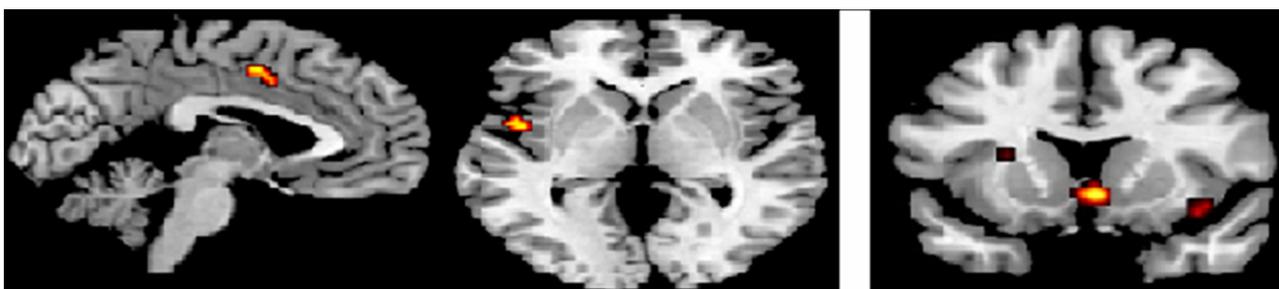
se observó una mayor activación ante la presentación de imágenes eróticas en comparación con las imágenes neutras en las dos amígdalas (Izquierda: -18, -6, -10; $T=5,16$, $p<0,005$, $k=106$) (Derecha: 18, -3, -15; $T=4,87$, $p<0,005$, $k=106$), en el córtex orbitofrontal bilateral (Izquierda: -30, 8, -16; $T=5,24$, $p<0,005$, $k=425$) (Derecha: 39, 25, -16; $T=4,27$, $p<0,005$, $k=36$) y en el córtex prefrontal medial (-3, 62, 13; $T= 4,74$, $p<0,005$, $k=310$) (ver figura 1).



Derecha es derecha.

Figura 1. A la izquierda, activación cerebral durante la anticipación a la recompensa; a la derecha, activación cerebral durante la reacción a la recompensa.

El análisis de regresión múltiple por su parte, mostró una correlación positiva entre las puntuaciones de extraversión y la activación del núcleo acumbens derecho (3, 15, -9; $T=4,45$, $p<0,005$, $k=45$) durante la presentación de las imágenes eróticas en comparación con las neutras. Durante la anticipación de imágenes eróticas en comparación con la anticipación de imágenes neutras el análisis de regresión múltiple mostró una correlación positiva entre las puntuaciones de extraversión y la activación del cortex cingulado anterior dorsal (-3, 0, 45; $T=3,38$, $p<0,005$, $k=19$) y la ínsula izquierda (-42, 0, -3; $T=3,21$, $p<0,005$, $k=22$). No se observaron correlaciones negativas entre la extraversión y la actividad cerebral en ninguna de las dos condiciones (anticipación o reactividad) (Ver Figura 2).



Derecha es derecha

Figura 2. A la izquierda, activación cerebral durante la anticipación a la recompensa en función de la extraversión; a la derecha, activación cerebral durante la reacción a la recompensa en función de la extraversión.

DISCUSIÓN

Los resultados del estudio mostraron una correlación positiva entre las puntuaciones en extraversión y la activación de la ínsula y del córtex cingulado anterior dorsal para la anticipación de estímulos eróticos, y la activación del núcleo acumbens para la reactividad ante estos estímulos. Estos resultados confirman nuestra hipótesis de que la extraversión modula la activación cerebral de áreas integrantes del circuito dopaminérgico.

El núcleo acumbens es una zona irrigada por un gran número de neuronas dopaminérgicas (Groves et al. 1995). Esta zona se ha propuesto como un centro de integración de la información relacionada con los estímulos reforzantes (Depue y Collins, 1999) y se ha visto implicada tanto en la anticipación (Knutson, 2001) como en la reactividad (Mobbs, 2003; Aharon, 2001) a estímulos recompensantes. Estudios previos habían mostrado como la extraversión modula la activación del núcleo acumbens ante las señales que anticipan una recompensa monetaria (Knutson y Bhanji, 2006). Este estudio, muestra como la extraversión también modula la activación cerebral del núcleo acumbens ante la reactividad a estímulos apetitivos. Por otra parte, estudios previos ya habían mostrado la implicación de la ínsula en la conducta sexual. Se ha visto por ejemplo activación de esta área en varones, ante estimulación genital (Georgiadis et al., 2005) y ante la visualización de videos eróticos (Arnou et al. 2002; Karama et al. 2002; Stoleru et al. 1999). Esta zona se ha propuesto como un área implicada en transformar las señales interoceptivas en sentimientos conscientes de necesidad de obtención de un reforzador (Naqvi y Bechara., 2008 y 2010). La mayor activación de esta zona ante la anticipación de un estímulo erótico por parte de los sujetos extravertidos, podría suponer una mayor respuesta de anticipación ante estímulos recompensantes por parte de los más extravertidos. Por último, el córtex cingulado anterior se ha propuesto como una zona implicada en la iniciación y la motivación de las conductas dirigidas a metas (Devinsky et al., 1995) y particularmente en la reacción a estímulos eróticos (Redouté et al., 2000). Según esta propuesta, esta área formaría junto con estructuras del sistema límbico una red que se encargaría de evaluar el valor motivacional de los estímulos, tanto internos como externos, y regular las conductas dependientes del contexto. Además esta área también se había relacionado previamente con la conducta sexual tanto en estudios con humanos (Redouté et al., 2000; Stoleru et al. 1999; Arnou et al. 2002; Karama et al. 2002) como con estudios con primates no humanos (Robinson and Mishkin, 1968). Por tanto, la mayor activación de esta zona por parte de los sujetos extravertidos supone la existencia de diferencias individuales en función de la extraversión en cuanto a la valoración motivacional de los estímulos sexuales. Esta investigación pone de manifiesto la existencia de diferencias individuales en función de la extraversión, en la actividad cerebral de áreas pertenecientes al sistema dopaminérgico durante el procesamiento de estímulos sexuales. Por tanto, estos resultados apoyan la hipótesis que apunta al sistema dopaminérgico como substrato neural para la extraversión. Futuras investigaciones podrían estudiar si estas diferencias se encuentran también en tareas en las que se tenga que dar algún tipo de respuesta instrumental para recibir el reforzador. También, debería estudiarse si las diferencias observadas se dan en ambos sexos y no solo en varones. Tales diseños nos permitirían conocer en mayor profundidad la relación entre la extraversión y el circuito dopaminérgico de recompensa.

REFERENCIAS

- AHARON, I., ETCOFF, N., ARIELY, D., CHABRIS, C.F., O'CONNOR, E. y BREITER, H.C. (2001): «Beautiful faces have variable reward value: fMRI and behavioral evidence», *Neuron*, 32: 537-551.
- ARNOW, B.A. et al (2002): «Brain activation and sexual arousal in healthy, heterosexual males», *Brain*, 125: 1014-1023.
- AVIA, M.D. (2000): *Versión española del Inventario de Personalidad NEO revisado (NEO PI-R) de Costa y McCrae*, Departamento de Psicología Clínica, Universidad Complutense de Madrid.
- MOBBS, D., GREICIUS, M.D., ABDEL-AZIM, E., MENON, V. y REISS, A.L. (2003): «Humor Modulates the Mesolimbic Reward Centers», *Neuron*, 40: 1041-1048.
- CANLI, T., SIVERS, H., WHITFIELD, S.L., GOTLIB, I.H. y GABRIELI, J.D.E. (2002): «Amygdala responses to happy faces as a function of extraversion», *Science*, 296(5576): 21-91.
- COSTA, P.T. y McCRAE, R.R. (1992): «Four ways five factors are basic», *Personality and Individual Differences*, 13: 653-465.
- DECKERSBACH, T., MILLER, K.K., KLIBANSKI, A., FISCHMAN, A., DOUGHERTY, D.D., BLAIS, M.A., et al. (2006): «Regional cerebral brain metabolism correlates of neuroticism and extraversion», *Depress Anxiety*, 23: 133-138.
- DEPUE, R.A. y COLLINS, P.F. (1999): «Neurobiology of the structure of personality: dopamine, facilitation of incentive motivation, and extraversion», *Behav Brain Sci*, 22: 491-517
- DEVINSKY, O., MORRELL, M.J. y VOGT, B.A. (1995): «Contributions of anterior cingulate cortex to behaviour», *Brain*, 118 (1): 279-306.
- EYSENCK, H. J. (1967): *The Biological Basis of Personality*. Springfield, IL: Thomas.
- GEORGIADIS, J.R. et al (2005): «Human brain activation during sexual stimulation of the penis», *J Comp Neurol*, 493: 33-38
- GOMEZ, R., COOPER, A. y GOMEZ, A. (2000): «Susceptibility to positive and negative mood states: Test of Eysenck's, Gray's and Newman's theories», *Personality and Individual Differences*, 29: 351-365.
- GRAY, J.A. (1972): «The psychophysiological basis of introversion-extraversion: a modification of Eysenck's theory», en V.D. NEBYLITSYN y J.A. GRAY (Eds.) *The Biological Bases of Individual Behavior*, New York: Academic Press. Pp. 182-205.
- GRAY, J.A. (1983): «Anxiety, personality and the brain», en H. GALE y J. A. EDWARDS (Eds.), *Physiological Correlates of Human Behavior, Vol. III, Individual Differences and Psychopathology*. New York: Academic Press. Pp. 31-43.

- GROVES, P.M., GARCIA-MUNOZ, M., LINDER, J.C., MANLEY, M.S., MARTONE, M.E. y YOUNG, S.J. (1995): «Elements of the intrinsic organization and information processing in the neostriatum», en J.C. HOUK, L.J. DAVIS y D.G. BEISER (Eds.) *Models of information processing in the basal ganglia*. Cambridge, MA: MIT. Pp 51-96.
- JOHNSON, D., WIEBE, J., GOLD, S., ANDREASEN, N.C., HICHA, R.D., WATKINS, G.L. y BOLES PONTO, L.L. (1999): «Cerebral blood flow and personality: A positron emission tomography study», *Am J Psychiatry*, 156: 252-257.
- KARAMA, S. et al (2002): «Areas of brain activation in males and females during viewing of erotic film excerpts», *Hum Brain Mapp*, 16: 1-13.
- KNUTSON, B., ADAMS, C., FONG, G. y HOMMER, D. (2001): «Anticipation of increasing monetary reward selectively recruits nucleus accumbens» *J. Neurosci*, 21(159): 1-5.
- KNUTSON, B. y COOPER, J.C. (2005): «Functional magnetic resonance imaging of reward prediction», *Curr Opin Neurol*, 18: 411-417.
- KNUTSON, B. y BHANJI, J. (2006): «Neural substrates for emotional traits: The case of extraversion», en CANLI, T. (Ed.), *Biology of Personality and Individual Differences*. New York: Guilford Press. Pp. 116-132.
- LANG, P.J., BRADLEY, M.M. y CUTHBERT, B.N. (1999): *International Affective Picture System: Technical Manual and Affective Ratings*. Gainesville, FL: University of Florida.
- LARSEN, R.J. y KETELAAR, T. (1989): «Extraversion, neuroticism, and susceptibility to positive and negative mood induction procedures», *Personality and Individual Differences*, 10: 1221-1228.
- LARSEN, R.J. y KETELAAR, T. (1991): «Personality and Susceptibility to Positive and Negative Emotional States», *Journal of Personality and Social Psychology*, 61: 132-140.
- MCCRAE R.R. y COSTA P.T. (1999): «A five-factor theory of personality», en L. Pervin y O. John (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research*. New York: Guilford. Pp. 139-153.
- MOBBS, D., HAGAN, C.C., AZIM, E., MENON, V. y REISS, A.L. (2005): «Personality predicts activity in reward and emotional regions associated with humor», *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 102: 16502-16506.
- NAQVI, N.H. y BECHARA, A. (2008): «The hidden island of addiction: the insula», *Trends Neurosci*, 32(1): 56-67
- NAQVI, N.H. y BECHARA, A. (2010): «The insula and drug addiction: an interoceptive view of pleasure, urges, and decision-making», *V. 214*, 5-6: 435-450.
- NITSCHKE J.B., SARINOPOULOS I., MACKIEWICZ K.L., SCHAEFER H.S. y DAVIDSON R.J. (1996): «Functional neuroanatomy of aversion and its anticipation», *Neuroimage*, 29(1): 106-116.

- OLDFIELD, R.C. (1971): «The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory», *Neuropsychologia*, 9: 97-113.
- REDOUTÉ J., STOLÉRU S., GRÉGOIRE M-C., COSTES N., CINOTTI N., LAVENNE F., LE BARS D., MAGUELONE G.F. y PUJOL J-F. (2000): «Brain processing of visual sexual stimuli in human males», *Hum Brain Mapping*, 11: 162-177.
- ROBINSON B.W. y MISHKIN M. (1968): «Penile erection evoked from forebrain structures in Macaca mulatta», *Arch Neurol*, 19: 184-198.
- ROLLS E.T. (1999): *The brain and emotion*. New York: Oxford University.
- RUSTING, C.L. y LARSEN, R.J. (1997): «Extraversion, neuroticism, and susceptibility to positive and negative affect: a test of two theoretical models», *Personality and Individual Differences*, 22: 607-612.
- SANZ, J., SILVA, F. y AVIA, M.D. (1999): «La evaluación de la personalidad desde el modelo de los «Cinco Grandes»: El Inventario de Cinco Factores NEO de Costa y McCrae», en F. SILVA (Ed.), *Avances en evaluación psicológica*. Valencia: Promolibro. Pp. 171-234.
- SMITS, D.J.M. y DE BOECK, P. (2006): «From BIS/BAS to the Big Five», *European Journal of Personality*, 20: 255-270.
- STENBERG, G., WENDT, P. E. y RISBERG, J. (1993): «Regional cerebral blood flow and extraversion», *Personality and Individual Differences*, 15: 547-554.
- STOLERU S. et al (1999): «Neuroanatomical correlates of visually evoked sexual arousal in human males», *Arch Sex Behav*, 28: 1-21
- SUGIURA M., KAWASHIMA R., NAKAGAWA M., OKADA K., SATO T., GOTO R., SATO K., ONO S., SCHORMANN T., ZILLES K. y FUKUDA H. (2000): «Correlation between human personality and neural activity in cerebral cortex», *Neuroimage* 11: 541-546.
- TELLEGEN, A. (1985): «Structures of mood and personality and their relevance to assessing anxiety, with an emphasis on self-report», en A.H. TUMA y J. MASON, *Anxiety and the anxiety disorders*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp. 681-706.
- TURNER R.M., HUDSON I.L., BUTLER P.H. y JOYCE P.R. (2003): «Brain function and personality in normal males: a SPECT study using statistical parametric mapping», *Neuroimage*, 19: 1145-1162.
- VAIDYA, J.G., PARADISO, S., ANDREASEN, N.C., JOHNSON, D.L., PONTO, L.L.B. y HICHTWA, R.D. (2007): «Correlation Between Extraversion and Regional Cerebral Blood Flow in Response to Olfactory Stimuli», *American Journal of Psychiatry*, 164(2): 339-341.
- VILA, J., SÁNCHEZ, M., RAMÍREZ, I., FERNÁNDEZ, M.C., COBOS, P., RODRÍGUEZ, S., MUÑOZ, M.A., TORMO, P., HERRERO, M., SEGARRA, P., PASTOR, M.C., MONTAÑÉS, S., POY, R. y MOLTÓ, J. (2001): «El Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS): Adaptación española. Segunda parte», *Revista de Psicología General y Aplicada*, 54: 635-657.

- WRIGHT, C.I., WILLIAMS, D., FECZKO, E., et al. (2006): «Neuroanatomical Correlates of Extraversion and Neuroticism», *Cerebral Cortex*, 16: 1809-19.
- ZUCKERMAN, M., KUHLMAN, D.M., JOIREMAN, J., TETA, P. y KRAFT, M. (1993): «A comparison of three structural models for personality: The Big Three, the Big Five, and the Alternative Five», *J Pers Soc Psychol*, 65: 757-768.

