

NEUROCIENCIA COGNITIVA DE LA RELIGIÓN (Y II)

José María Valderas
Investigador independiente

Resumen: La controversia sobre el dualismo mente-cerebro se singulariza en la controversia sobre si la Divinidad constituye un espejismo de nuestra imaginación o posee una existencia real que compete al cerebro, capacitado por el grado de evolución adquirida, descubrirla. Mas, por poderosa que sea la ciencia, nada puede aclararnos sobre valores, ética o Dios. Ello no obstante, hemos asistido en los últimos años a un notable progreso en las explicaciones cerebrales del fenómeno religioso, promovidas por la acumulación creciente de pruebas empíricas. En particular, los trabajos basados en la técnica de formación de imágenes han establecido nexos entre la activación de determinadas regiones cerebrales y la cognición religiosa.

Palabras clave: mente-cerebro, Dios, neuronas espejo, neuroimagen, experiencia religiosa.

Abstract: The mind-brain debate becomes whether a deity on one hand, stems from human imagination or biological drive, or on the other hand, has an authentic existence that the brain has evolved to perceive. But, as powerful as science is, it can teach us nothing about values, ethics, and, for that matter, God. Recent years have seen, however, new developments in cerebral explanations of religion, bolstered by a small but growing empiric basis. Neuroimaging studies have linked several brain regions to religious cognition.

Key words: Mind-brain, God, mirror neurons, neuroimaging, religious experience.

INTRODUCCIÓN NEUROANATÓMICA

La neurona es la unidad celular del cerebro. El cerebro humano posee unas 10^{11} neuronas, con unas 10^{15} conexiones entre ellas. Se distinguen tres tipos de neuronas funcionales: motoras (para controlar el movimiento, ubicadas preferentemente en la médula espinal y en el tallo cerebral), sensoriales (que reciben información o estímulos sensoriales y residen, en su mayoría, en el sistema nervioso periférico) e interneuronas, que, alojadas en el córtex, median entre los dos tipos anteriores.

Desde el punto de vista anatómico, la neurona consta de dendritas, soma y axón. Las dendritas reciben inputs de otras neuronas; el soma celular integra esos inputs, y el axón, dotado de una o varias terminaciones, transmite la información, los outputs, a otras neuronas. Aunque muchas neuronas presentan un solo axón, en numerosas ocasiones éste se ramifica. Así, el output puede transmitirse a varias neuronas, a la vez que una misma neurona puede recibir inputs de distintas neuronas. En las dendritas aparecen a menudo espinas. A veces, los axones pueden conectarse directamente con otros axones, y las dendritas con dendritas, si bien, por lo común, la terminación de un axón se conecta con una dendrita de otra célula. Frente a lo que se sostuvo durante largo tiempo, hoy sabemos que en determinadas áreas del cerebro se dan procesos de regeneración neural (neurogénesis), que desempeñan un papel importante en el aprendizaje y la memoria.

Importa distinguir entre sustancia blanca y sustancia gris. La sustancia o materia blanca está compuesta por fibras nerviosas mielinizadas. Las fibras contienen muchos axones. La sustancia gris está compuesta por los somas, que no poseen mielina, y se relaciona con el procesamiento de la información. En el encéfalo, la sustancia blanca está distribuida en el interior, mientras que la corteza se compone de sustancia gris. Esa distribución cambia en la médula espinal, en donde la materia gris se halla en el centro y la blanca en el exterior. Cuando la materia blanca se considera por separado de la materia gris, el lóbulo frontal humano es indistinguible del cerebro de los grandes simios en términos de volumen general relativo. Sin embargo, el cerebro humano presenta una mayor distribución de materia blanca en las regiones circunvolutivas.

Si para unos el cerebro es un prodigio de la naturaleza, para otros refleja un diseño ineficiente, desmadejado e impenetrable. Una suerte de supercomputador¹, cierto, pero cuyos componentes proceden con lentitud exasperante y fiabilidad escasa, amasados con un material anacrónico de millones de años de evolución, que han terminado, pese a todo, por pergeñar nuestras características exclusivas, incluida nuestra disposición para el pensamiento religioso.

¹ Cf. D. LINDEN, *The Accidental Mind*, Harvard, Belknap Press, 2010.

Nadie cuestiona su singularidad evolutiva en los humanos². El cerebro tiene hardware y software. Sus cien mil millones de neuronas tejen el hardware. Reciben señales y transmiten información a lo largo del axón, liberando sustancias químicas en la hendidura sináptica. Cada neurona puede funcionar, por sí sola, como un procesador complejo. En el cerebro se establecen unos 100 billones de conexiones sinápticas. Si cada conexión sináptica de los 100 billones antedichos presenta unos 10 niveles de activación, el número total de posibles estados cerebrales será del orden de 10 elevado a 100 billones. Por mor de comparación, el número total de partículas elementales del universo suma 10^{87} . Aun cuando sólo el 0,1 por ciento de los estados cerebrales fueran estados neurales funcionales, y el 0,1 por ciento de tales estados funcionales fuera consciente, eso representaría $10^{9999999999994}$ estados de conciencia³.

El software del cerebro se aplica a crear nuevas conexiones entre neuronas y modificar las viejas. Los procesos a través de los cuales cambian esas conexiones a lo largo de nuestra vida definen la plasticidad neural. No tarda ni dos semanas una neurona en desarrollar un nuevo axón y dendritas. La influencia del medio, la educación o un sermón emotivo pueden reorganizar los circuitos. No hay dos individuos que posean exactamente la misma configuración de conexiones. Y apenas si contamos con un mapa impreciso de un pequeño porcentaje de circuitos nerviosos que controlan nuestras emociones, conducta y pensamientos.

Desde el punto de vista filogenético y de desarrollo, el cerebro de los vertebrados se divide en rombencéfalo, mesencéfalo y prosencéfalo. El rombencéfalo abarca cerebelo, *pons* y *medulla oblongata*; controla funciones básicas de la vida (si se destruye, la vida cesa). El mesencéfalo controla funciones básicas de la conciencia y la conducta (si se daña, el individuo entra en coma). Por fin, el prosencéfalo comprende el diencefalo, hemisferios cerebrales y *corpus callosum*; en los mamíferos superiores, controla los procesos relacionados con la conducta y la actividad mental de nivel superior (si se daña, el individuo se resiente en su capacidad de resolver problemas). En los primates, el prosencéfalo contiene el neocórtex. El córtex se reparte entre un lóbulo occipital (parte posterior del cerebro), un lóbulo parietal, un lóbulo temporal y un lóbulo frontal.

En la médula espinal se recoge la información que arriba desde los órganos sensoriales para su traslado directo al cerebro. La médula espinal constituye la interfaz entre el sistema nervioso central y el cuerpo; transmite inputs en ambas direcciones. Nos relacionamos con el mundo a través de mapas corticales de interacción⁴. La información sensorial se retransmite hasta la

² Cf. T. DEACON, *The Symbolic Species: The Co-Evolution of Language and the Brain*, New York, Norton, 1997.

³ Cf. P. M. CHURCHLAND, *A Neurocomputational Perspective*, Cambridge, MIT Press, 1989; *The Engine of Reason, the Seat of the Soul*, Cambridge, MIT Press, 1995.

⁴ Cf. G. M. EDELMAN, *The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness*, New York, Basic Books, 1989.

estación intermedia del tálamo; de aquí llega a áreas sensoriales primarias del córtex; para enviarse a áreas secundarias y terciarias, que responden a procesos de complejidad y abstracción crecientes, incluida la integración de la información procedente de diversos sentidos. La información procedente de la mitad posterior, sensorial, del cerebro se transmite a través de estructuras mesencefálicas más primitivas hacia áreas motoras terciarias de la corteza frontal, responsable de nuestros planes e intenciones generales. A partir de allí, la información cursa hacia el córtex motor secundario para planes específicos y secuencias de pensamiento (hablar, por ejemplo); por último, pasa a la corteza motora primaria.

ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

La hipertrofia evolutiva experimentada por el córtex prefrontal y la colonización resultante del resto de funciones cerebrales superiores posibilitó nuestra capacidad cognitiva⁵. La flexibilidad de ese tejido nervioso nos facultó también para establecer relaciones sociales complejas y nos convirtió en seres interdependientes unos de otros. La corteza prefrontal, subyacente a la experiencia consciente, tiende conexiones de doble sentido con otras estructuras. Se supone que constituye la sede del yo, de la voluntad y de la moral. El córtex prefrontal dorsolateral interviene en la memoria operativa. El córtex prefrontal ventromedial participa en las emociones y en el significado. Al córtex prefrontal orbital se le vincula con la detección de errores y las tareas de alerta. Subyace bajo las restricciones religiosas o las estructuras normativas. Lo iremos detallando. El lóbulo frontal, que comprende el 28 por ciento de la corteza, es responsable de la generación del lenguaje, la simulación de la acción potencial y creación de ideas y planes, pensamientos y asociaciones con las que construimos nuevos significados. La intensidad de la conectividad límbico-estriada podría en parte hallarse en la base de los rasgos de la personalidad⁶.

Las señales se envían y reciben a través de la sinapsis, estructura que consta de una membrana presináptica al final del terminal presináptico del axón, una membrana postsináptica (perteneciente a otra neurona), generalmente asociada a una dendrita; entre ambas se extiende un intervalo (de 200 armstrong), la hendidura sináptica. Todos los canales transmisores están constituidos por proteínas. La información se transmite a través de pequeñas moléculas señalizadoras, los neurotransmisores, flujo que se inicia en el terminal presináptico en un proceso de exocitosis. Los terminales presinápticos posibilitan la rápida liberación de neurotransmisor en respuesta a un frente

⁵ Cf. T. DEACON, *op. cit.*; M. DONALD, *A Mind So Rare: The Evolution of Human Consciousness*, New York, W. W. Norton, 2001.

⁶ M. X. COHEN, J. C. SCHOENE-BAKE, C. E. ELGER and B. WEBER, "Connectivity-based segregation of the human. Striatum predicts personality characteristics", en *Nat. Neurosci.* 12 (2009) 32-34.

de onda de potenciales eléctricos de acción que viaja desde el soma celular. Aunque separados por escasas micras, cada uno de esos sitios de liberación presinápticos suele hallarse sintonizado con un tipo particular de célula, de suerte que una transmisión puede ser robusta y otra débil, pese a que todas sienten la misma onda de potencial de acción.

A las fluctuaciones rítmicas de los potenciales postsinápticos de un grupo de neuronas las denominamos ritmos cerebrales y, también, oscilación o actividad oscilatoria. Se aplica, además, al patrón de descarga rítmico de los potenciales de acción de una neurona o un grupo neuronal. La actividad oscilatoria, que constituye un mecanismo básico de la función cerebral, aparece en los procesos perceptivos, cognitivos y motores. No es lo mismo actividad oscilatoria que sincronización.

MECANISMOS CEREBRALES DEL FENÓMENO RELIGIOSO

Los avances en la investigación cerebral nos han permitido ahondar en los condicionamientos biológicos de la mente religiosa⁷. No se trata tanto de emprender una búsqueda de Dios en el cerebro, cuanto de aclarar la posible interacción entre religión y cerebro. ¿Existe una estructura que sirva de soporte para el pensamiento religioso, lo que en la bibliografía anglosajona se denomina “God spot” o “God module”? No parece. Si identificáramos pautas particulares de actividad neurobiológica o regiones cerebrales que guardaran correlación con los fenómenos religiosos, cabría preguntarse por la existencia de “módulos de Dios”, pero lo cierto es que no existen datos de que la organización funcional de sistemas psicológicos adquiridos en la evolución quede cartografiada en la organización física del cerebro de una manera isomórfica. Además, que una región o proceso cerebral aparezca asociado a un fenómeno psicológico o a una conducta determinada no implica que la región o proceso estén diseñados para producirlos. El martillo que golpea la rodilla desencadena una secuencia de actividad neural y muscular que culmina en el estiramiento de la pierna (reflejo osteotendinoso), pero eso no significa que el circuito se adquiriera en el curso de la evolución con tal finalidad. El movimiento de la pierna es un producto colateral del diseño funcional de la rodilla, para cumplir otras funciones. Dejemos, pues, claro desde un primer momento que, si bien la experiencia religiosa altera la percepción, no existe ninguna estructura que pudiéramos categorizar como la región de Dios, ni

⁷ J. A. TESKE, “Neuromithology. Brains and Stories”, en *Zygon* 41 (2006) 169-196. Véase también, de este autor “The Spiritual Limits of Neuropsychological Life”, en *Zygon* 31 (1996) 209-34; “The Haunting of the Human Spirit”, en *Journal of Religion and Science* 34 (1999) 317-22; “The Social Construction of Human Spirit”, en Niels Gregersen, Willem Drees and Ulf Gorman (eds.), *The Human Person in Science and Theology*, Grand Rapids, Eerdmans, 2000, pp. 189-210; “The Genesis of Mind and Spirit”, en *Zygon* 36 (2001) 93-104; “Cognitive Neuroscience. Temporal Ordering and the Human Spirit”, en *Zygon* 36 (2001) 667-78; “Cyberpsychology, Human Relationships, and Our Virtual Interiors”, en *Zygon* 37 (2002) 677-700; “Boundaries and Spirit: Subject/object, Self/other, and Internal/external in Science, Religion, and Culture”, en *Studies in Science and Theology* 10 (2005) 59-73.

hay siquiera una forma común de tipificar las creencias religiosas. Ni en física existe la partícula de Dios, ni en biología la neurona de Dios.

¿De qué modo presta apoyo el cerebro a la creencia religiosa? Las opiniones divergen, desde quien sustenta que las redes cerebrales que evolucionaron con un propósito definido dieron posterior origen a nuestra capacidad de creencia y experiencia religiosa⁸ hasta quien declara que el cerebro es un instrumento de experiencia religiosa, pero no origen de dicha experiencia⁹. En los ochenta Roger Sperry avanzó la teoría de la emergencia, según la cual los estados cerebrales engendran propiedades superiores, como la mente, con características funcionales plenamente dependientes del cerebro. Sperry señaló que la información y la influencia cursaban en ambas direcciones¹⁰. Pero la tesis más extendida es que la praxis y la creencia religiosa, fenómenos complejos, evolucionaron en nuestra especie a partir de procesos novedosos de cognición social, como la teoría de la mente, y mecanismos fundamentales incorporados, como la memoria¹¹.

La neurobiología de la cognición social se propone aportar una base científica, única, a la teoría de la religión, más allá de las discusiones y discrepancias de orden filosófico, lo que no significa que las explicaciones científicas de los fenómenos biológicos complejos sean reduccionistas. Se trata, por el contrario, de integrar componentes e interacciones de distintos niveles. El lenguaje y la moral tienen sus propias bases biológicas. Mas, a diferencia de la capacidad para el lenguaje, equiparable en todos los humanos, la capacidad para la religión varía mucho de un individuo a otro. Entre las especies primates que nos precedieron, la selección natural acabaría con quienes sufrieran deficiencias de lenguaje. En cambio, persistieron personas sin creencia religiosa. La selección natural no erradicó poblaciones que carecían de creencias religiosas o no se adherían fuertemente a ellas; se produjo un alto grado de variabilidad en las poblaciones modernas a ese respecto.

La creencia religiosa pone en juego áreas cerebrales de evolución reciente, que realizan funciones exclusivas de nuestra especie. De entrada, todas las mencionadas: comprender las intenciones y los sentimientos de los demás, el

⁸ D. KAPOGIANNIS, A. K. BARBEY, M. SU, G. ZAMBONI, F. KRUEGER & J. GRAFMAN, "Cognitive and Neural Foundations of Religious Belief", en *Proceedings of National Academy of Sciences USA* 106 (2009) 4876-4881. DOI: 10.1073/pnas.0811717106.

⁹ Cf. A. NEWBERG, E. D' AQUILI, V. RAUSE, *Why God Won't Go Away: Brain Science and the Biology of Belief*, New York, Ballantine, 2011.

¹⁰ Cf. R. W. SPERRY, "Mind-brain interaction: Mentalism, yes; dualism, no", en *Neuroscience* 5, n.2 (1980) 195-206. Del mismo, *Science and the Moral Priority*, New York, Columbia University Press, 1983.

¹¹ M. BLOCH. 2008. Why religion is nothing special but is central. *Philos Trans R Soc London*. 363 (2008) 2055-2061; P. BOYER, B. BERGSTROM, "Evolutionary perspectives on religion", en *Ann Rev Anthropol* 37 (2008) 111-130; P. BOYER, "Religion: Bound to believe?", en *Science* 455 (2008) 1038-1039; J. FUSTER. 2003. *Cortex and Mind: Unifying Cognition*. Oxford. Oxford University Press, 2003; G. RIZZOLATTI & L. CRAIGHERO, "The mirror-neuron system", en *Ann. Rev. Neurosc.* 27 (2004) 169-192; U. SCHJOEDT, "Homeostasis and religious behavior", en *Journal of Cognition and Culture* 3 (2007) 313-340.

lenguaje y el razonamiento. La detección de la intención de otra persona constituye quizá la forma más temprana (prelingüística) de razonamiento causal, por cuanto nos permite predecir conductas futuras fundados en el comportamiento habitual observado. En su explicación de los fenómenos físicos o las coincidencias históricas, nuestros antepasados invocaron una intervención sobrenatural. Ese recurso pudo reforzar redes neurales preexistentes que codifican recompensas o castigos, reales o supuestos. En un mundo preñado de peligros, en el que nuestros antepasados evolucionaron, el cerebro podría haber codificado como recompensa cualquier explicación que minimizara el miedo o la incertidumbre de una amenaza. Tal codificación pudo suponer una ventaja de supervivencia. Una teoría del mundo coherente que admitiese la existencia de un ser sobrenatural podría, pues, haber tenido un valor de supervivencia para el individuo. Además, la adopción de tales explicaciones por miembros de un grupo podría haber incrementado la predictibilidad de su comportamiento, definido y señalado la adscripción al grupo y, por tanto, haber promovido la cooperación y la supervivencia de la población o clan. Las nuevas facultades, junto con las áreas cerebrales asociadas, permitieron, a buen seguro, desarrollar una amplia variedad de creencias, religiosas y otras.

A esa tesis neurobiológica –la creencia religiosa emergió de las capacidades cognitivas y sociales, facultades que dependían de la estructura y función del cerebro humano–, se contrapuso la tesis de que la creencia modifica el cerebro¹². El individuo religioso busca fuera de sí el origen de la religión, y lo encuentra en Dios. El cerebro humano se hace cargo y determina de qué modo manifestamos tales creencias en nuestras prácticas religiosas. El cerebro nos conduce a la creencia, no la crea. La creencia religiosa puede cambiar el cerebro (en honor a la verdad, no sólo la fe, sino la mayoría de los comportamientos provocan la modificación cerebral con el ejercicio y la adaptación). El ejercicio de una función cerebral (correlato del razonamiento lógico, por ejemplo) facilita su persistencia ulterior. Pero los correlatos neurológicos, por sí mismos, no pueden explicar el origen y naturaleza de la religión: el cerebro puede ser instrumento de la experiencia religiosa sin dar necesariamente origen a dicha experiencia. Un escáner cerebral muestra cambios asociados a una experiencia religiosa, por ejemplo, la de sentirse en presencia de Dios, pero la imagen no demuestra que los cambios registrados causaron la experiencia religiosa o que se produjeron en respuesta a un estímulo externo.

CEREBRO SOCIAL, CEREBRO RELIGIOSO

Al sistema nervioso corresponde el control central y la mediación entre la aferencia sensorial y la eferencia motora. Operamos como poderosas máquinas de anticipación. Nos relacionamos con el mundo a través de mapas cor-

¹² A. NEWBERG, E. D' AQUILI, V. RAUSE, *op. cit.*

tales de interacción¹³. ¿Posibilitaron las redes cerebrales, en su evolución, que, tras cumplir su función, sirvieran a su vez de correlato cerebral de la fe y de la experiencia religiosa? Redes que fueran, pues, soporte de la capacidad de creencia¹⁴. Ha quedado, en efecto, demostrada la implicación de circuitos cerebrales en el acto de creer, establecidos, en su origen, para otras funciones. Con mayor precisión, la religiosidad se integra en procesos cognitivos y redes cerebrales utilizados en la cognición social¹⁵. La evolución de estas redes fue instada verosímilmente por su papel clave en la cognición social, el lenguaje y el razonamiento lógico¹⁶. La cognición religiosa emergió verosímilmente como combinación única de estos diversos procesos cognitivos de alcance evolutivo¹⁷. Se habla, en concreto, de la organización de las creencias religiosas a lo largo de tres dimensiones, que constituyen un espacio conceptual: las dos primeras reflejan percepciones de la implicación de Dios y la emoción percibida de Dios; la tercera refleja el juicio sobre la fuente del conocimiento religioso. Los correlatos neurales de estas dimensiones constituyen redes cerebrales que participan en la comprensión de las acciones de los agentes y en una teoría de la mente relacionada con la intención (para la dimensión 1), en la regulación emocional y teoría de la mente relacionada con la emoción (dimensión 2) y en la imaginación y procesamiento semántico abstracto (para la dimensión 3)¹⁸.

La religión se construiría, pues, sobre estructuras y funciones cerebrales preexistentes. No apareció *ex novo*. Las redes activadas por las creencias religiosas se solapan con las redes que median las creencias políticas y las creencias morales. Cuando nuestra mente se centra en Dios, ponemos en funcionamiento las mismas redes cerebrales que empleamos para descifrar las intenciones de los otros, comprender su estado emocional, predecir sus acciones y generar una respuesta emocional concorde. Pensamos en Dios a la manera en que pensamos sobre los demás. Para la supervivencia y estabilidad del grupo, el *Homo sapiens* moderno tuvo que entablar interacciones sociales complejas. Entre tales interacciones, descifrar las emociones de los otros.

La percepción de la intención de la acción del otro constituye quizá la forma más temprana, prelingüística, de razonamiento causal, pues nos permite predecir conductas futuras de los demás a partir del comportamiento

¹³ Cf. G. M. EDELMAN, *The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness*, New York, Basic Books, 1989.

¹⁴ D. KAPOGIANNIS, A. K. BARBEY, M. SU, F. KRUEGER & J. GRAFMAN, *op. cit.*

¹⁵ M. BLOCH, *op. cit.*; P. BOYER, B. BERGSTROM, *op. cit.*; P. BOYER, "Religion: Bound to believe?"

¹⁶ J. BULBULIA, "The cognitive and evolutionary psychology of religion", en *Biology and Philosophy*. 19 (2004) 655-686. P. BOYER, B. BERGSTROM, *op. cit.*; P. BOYER, "Religion: Bound to believe?"; M. KNAUFF, "Reasoning, models, and images: behaviour measures and cortical activity", en *J Cogn Neurosci*. 15 (2003) 559-573.

¹⁷ P. BOYER, "Religious thought and behavior as by-products of brain function", en *Trends Cog Sci*. 7 (2003) 119-124. M. BLOCH, *op. cit.*, P. BOYER, B. BERGSTROM, *op. cit.*; J. BULBULIA, *op. cit.*, M. KNAUFF, *op. cit.*

¹⁸ A. KAPOGIANNIS, A. K. BARBEY, M. SU, F. KRUEGER & J. GRAFMAN, *op. cit.*

habitual observado. Para explicar la razón de un fenómeno extraordinario o desconocido, nuestros antepasados recurrirían a una intervención divina. El recurso a la divinidad reforzaría las redes neurales que codificaban recompensas y castigos. En un mundo preñado de peligros, como era el de los inicios de *Homo sapiens*, el cerebro podría haber reputado recompensa una explicación que minimizara el miedo o la incertidumbre de una amenaza. Tal codificación reticular podría ofrecer una ventaja de supervivencia. Con otras palabras, una teoría del mundo coherente que admitiese la existencia de un ser sobrenatural podría haber tenido un valor adaptativo, selectivo. Además, la adopción de tales explicaciones por miembros de un grupo podría haber incrementado la predictibilidad de su comportamiento, apuntalado la adscripción al grupo y, por tanto, promovido la cooperación y el valor de supervivencia del grupo. No sólo del individuo. Pertenería tanto a la selección individual como a la selección de grupo.

Desde la infancia, el hombre se familiariza con el concepto de Dios, presentado a través de relatos, imágenes y sentimientos. Con la idea de Dios, nuestro cerebro comienza a cambiar. Según la actividad, así reaccionará. La oración mental, silente, excita unas zonas del cerebro; la oración recitada o vocal, otras. Si repetimos la misma plegaria una y otra vez, se excita determinada región, en los primeros minutos, para ceder protagonismo a otras estructuras con la prolongación del rezo. Para complicarlo más, una misma estructura cerebral puede implicarse en funciones diferentes, unas relacionadas con la religión y otras no. Se parte de un circuito nervioso sencillo, que capta las primeras impresiones sobre Dios y, a medida que pasa el tiempo y se van asociando nuevos significados y cualidades, los circuitos que se forjan se interconectan, se expanden y se tornan más complejos. Hasta fechas recientes predominaron los estudios centrados en los correlatos neurales de experiencias religiosas insólitas y extraordinarias, mientras que la investigación clínica prestaba atención a las manifestaciones religiosas patológicas. Pero no hay instrumentos para detectar los fenómenos espirituales, ni mecanismo sensible a su experiencia, ni área cortical alguna reservada para la trascendencia. Debido a esa inespecificidad sabemos muy poco sobre los fundamentos neurológicos de la religiosidad.

CEREBRO Y TÉCNICAS DE NEUROIMAGEN

Para conocer la actividad cerebral asociada a una experiencia religiosa nos valemos de las mismas técnicas de barrido cerebral empleadas en otras aplicaciones de la ciencia cognitiva. Principalmente, electroencefalogramas (EEG), resonancia magnética funcional (fMRI, de sus siglas en inglés), tomografía de emisión de positrones (PET, de sus siglas en inglés) y tomografía computerizada de fotón único; o de fotones individuales (SPECT, de sus siglas en inglés). Con esas técnicas se extrae información de los cambios biológicos operados en el cerebro: flujo y metabolismo del riego cerebral, actividad eléctrica y actividad electroquímica (neurotransmisores). Tales cambios

acompañan a sentimientos y pensamientos religiosos, subjetivos. Luego, se comparan las mediciones biológicas con la información aportada por el propio voluntario. Importa agregar otros factores asociados a cambios cerebrales: presión sanguínea, temperatura corporal, ritmo cardíaco y respuesta galvánica de la piel (una medida de la actividad de los sistemas nerviosos autónomos). En lo que a nosotros nos concierne, con las técnicas de neuroimagen observamos de qué modo el pensamiento sobre Dios transforma nuestro cerebro, al activarse unos circuitos e inhibirse otros, generarse nuevas dendritas y establecerse nuevas conexiones sinápticas¹⁹.

Cada neurotécnica presenta ventajas e inconvenientes. Apoyada en esos medios, la investigación ha perfilado los correlatos fisiológicos. Pero, por sí solos, los correlatos fisiológicos no pueden explicar el origen y la naturaleza de la fe: no podemos concluir que la actividad del cerebro sea la causa específica de experiencia religiosa. Un escáner cerebral muestra cambios asociados que no demuestran si esos cambios causaron la experiencia religiosa o fueron producidos en respuesta a un estímulo externo. En particular, en el avance de la investigación sobre las bases neurales de la meditación las técnicas de neuroimagen han cumplido un papel determinante²⁰.

Los investigadores no pueden obtener datos psicológicos y espirituales directamente, pues habría que interrumpir los ensayos. En la mayoría de estudios queda patente, además, la participación de varias áreas cerebrales, lo que complica la capacidad de identificar los mecanismos fisiológicos subyacentes de la praxis religiosa. Nunca podremos estar seguros de cuándo se produce una experiencia religiosa intensa ocurrida durante una sesión de toma de imágenes. O si se trata siquiera de una experiencia espiritual, porque las respuestas de los participantes, al reflejar procesos cognitivos, no son necesariamente la base de un episodio espiritual genuino.

Dejando de lado la discutible aplicación de drogas y alucinógenos para el estudio de los fenómenos religiosos genuinos, una vía muy fecunda nos la ofrece el estudio de pacientes neurológicos o psiquiátricos. Por esa vía se han asociado ataques epilépticos del lóbulo temporal, tumores cerebrales, ictus y otras agresiones cerebrales a experiencias religiosas. En particular, como veremos, la epilepsia del lóbulo temporal se ha asociado con la hiperreligiosidad y las conversiones. Igual que la esquizofrenia y la manía. La delimitación del tipo y sede de las alteraciones cerebrales involucradas en tales condiciones ayudan a explorar los sustratos biológicos asociados con episodios espirituales de los pacientes. Semejante enfoque, llevado al paroxismo, puede

¹⁹ Cf. A. NEWBERG & M. R. WALDMAN MR, *How God Changes your Brain. Breakthrough Findings from a Leading Neuroscientist*, New York, Ballantine Books, 2010.

²⁰ A. NEWBERG, A. ALAVI, M. BAIME et al., «The measurement of regional cerebral blood flow during the complex cognitive task of meditation: a preliminary SPECT study», en *Psychiatr Res Neuroimaging* 116 (2001) 113-122; S. W. LAZAR, G. BUSH, R. L. GOLLUB et al., «Functional brain mapping of the relaxation response and meditation», en *Neuroreport* 11 (2000) 1581-1585.

terminar por considerar la religión un espejismo o un estado patológico. Pero la mayoría de las personas religiosas no muestra signos de trastorno nervioso ni psiquiátrico²¹. Antes bien, la religión puede ayudar a enfrentarse al estrés, reducir la ansiedad y la depresión, entre otros beneficios. Por fin, no es infrecuente que, a la hora de escoger la muestra de individuos sometidos a observación, se caiga en el sesgo de elegir a sujetos excepcionales que se suponen los mejor dotados para el ejercicio espiritual. Para obtener los mayores efectos posibles, se recurre a monjas contemplativas²², monjes budistas²³ o personas habituadas a la meditación²⁴.

Electroencefalografía

Hay en el cerebro ondas determinadas por las poblaciones de neuronas, ondas que denotan diferente actividad cerebral. Merced a la EEG, podemos distinguir cinco ritmos. Del más lento al más rápido son: 1) ritmo delta (0.5-3 hertz, es decir, unos ½-3 ciclos por segundo, característico del sueño de ondas lentas; 2) ritmo theta (4-7 Hz), típico de la meditación profunda, procesamiento inconsciente y experiencias emocionales negativas (por ejemplo, la frustración) y típico del sueño REM (movimiento rápido de los ojos, durante la ensoñación, es decir, los sueños); 3) ritmo alpha (8-12 Hz), característico del descanso; 4) ritmo beta (13-30 Hz), muy rápido, reflejo de la desincronización repentina de la actividad cerebral (las neuronas no se excitan en fase) debido a una interacción con el mundo o a la estimulación de los sentidos; 5) ritmo gamma (más de 30 Hz), vinculado a procesos cognitivos de alto nivel. Durante el sueño REM la amígdala se muestra muy activa y el hipocampo exhibe una actividad altamente sincrónica, que refleja probablemente la consolidación de la memoria y del aprendizaje; ese ritmo theta se manifiesta cuando los animales exploran su entorno. La señal EEG generada por actividad alpha fue descrita por Hans Berger en 1929, cuando demostró que, cerrando los ojos, disminuía el input sensorial y aumentaba la potencia alpha sobre el cuero cabelludo occipital²⁵. El ritmo alpha refleja una actividad sincrónica completa de neuronas y poblaciones de neuronas; expresa la actividad cerebral del procesamiento autónomo de la información.

La meditación insta una mayor activación de las regiones cerebrales frontal y subcortical que intervienen en la atención mantenida y en la regulación

²¹ M. A. PERSINGER, P. M. VAILLANT, "Temporal lobe signs and reports of subjective paranormal experiences in a normal population: a replication", en *Percept Mot Skills* 60 (1985) 903-9; V. S. RAMACHANDRAN, S. BLAKESLEE, *Phantoms in the Brain*, New York, William Morrow, 1998.

²² M. BEAUREGARD & V. PAQUETTE, "Neural correlates of a mystical experience in Carmelite nuns", en *Neuroscience Lett* 405 (2006) 186-190.

²³ A. NEWBERG, A. ALAVI, M. BAIME et al., *op. cit.*

²⁴ S. W. LAZAR, G. BUSH, R. L. GOLLUB et al., *op. cit.*

²⁵ H. BERGER, "Über das Elektrenkephalogramm des Menschen", en *Archiv für Psychiatrie* 87 (1929) 527-570.

de las emociones. De una manera general, durante su ejercicio, se produce una mayor activación de las redes de atención interna, mientras decae la actividad de las redes relacionadas con la atención externa. La praxis de la meditación guarda relación con un incremento de las bandas theta y alfa y una caída en la banda gamma. La actividad frontal theta se origina en el sistema límbico y regiones cerebrales frontales (corteza cingulada anterior y corteza prefrontal). Las medidas electroencefalográficas indican un enlentecimiento general subsecuente a la meditación²⁶.

La actividad gamma se ha relacionado con un mayor nivel de esfuerzo cognitivo y procesamiento emocional²⁷. La intensidad de los sentimientos de felicidad guarda correlación positiva con la actividad theta en la zona frontal izquierda, en coherencia con el papel del lóbulo frontal izquierdo en las emociones positivas. En cambio, el lóbulo prefrontal derecho desempeña un papel principal en las emociones negativas²⁸. Por fin, la técnica electroencefalográfica ha revelado que la conexión potenciada entre regiones frontales y parietales constituye un requisito previo general para la inducción del estado alterado de silencio mental²⁹.

Resonancia magnética nuclear funcional

A principios de los años setenta del siglo pasado apareció la tomografía por resonancia magnética (MRT), inventada por Paul Lauterbur y Peter Mansfield. Ella y la tomografía computerizada (CT), desarrollada por la misma época, son tridimensionales. Se apoya en que la sangre presenta diferentes propiedades magnéticas. En la CT el cuerpo es irradiado con rayos X por planos; un ordenador va recogiendo los datos en una imagen tridimensional. La tomografía por resonancia magnética funcional (fRMT) registra el comportamiento físico de los núcleos de hidrógeno en el tejido. Permite observar la actividad cerebral mientras el paciente va realizando diferentes tareas mentales (leer, hablar o escuchar música). En la fRMI se miden los campos magnéticos del cerebro producidos por los cambios en el flujo sanguíneo en tiempo real. En el escáner, los ejes de rotación de los núcleos son orientados por un potente campo magnético; una señal electromagnética los estimula. En el momento en que vuelven al estado original, emiten ondas que son medidas por el aparato y procesadas por un ordenador que las convierte

²⁶ B. R. CAHN, J. POLICH, "Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies", en *Psychological Bulletin* 132 (2006) 180-211.

²⁷ N. JAUSOVEC, K. JAUSOVEC, "Differences in induced gamma and upper alpha oscillations in the human brain related to verbal/performance and emotional intelligence", en *International Journal of Psychophysiology* 56 (2005) 223-235.

²⁸ T. CANLI, J. E. DESMOND, Z. ZHAN, G. GLOVER, J. D. E. GABRIELI, "Hemispheric asymmetry for emotional stimuli detected with fMRI", en *NeuroReport* 9 (1998) 3233-3239.

²⁹ L. L. AFTANAS, S. A. GOLOCHEIKINE, "Changes in cortical activity in altered states of consciousness: the study of meditation by high resolution EEG", en *Journal of Human Physiology* 29 (2003) 143-151.

en imágenes tridimensionales. Se promedian los datos de un número significativo de barridos electrónicos y se aplican diversos tipos de análisis. Cuando se activan las neuronas, y se transmiten señales eléctricas unas a otras, se producen cambios en las reacciones químicas asociadas. El cuerpo responde a una mayor demanda de energía con el envío de sangre rica en oxígeno al área del cerebro que incrementa su actividad neural. Cuando la sangre se oxigena, presenta propiedades distintas de cuando no lo hace. Las ligeras diferencias en el comportamiento magnético de la sangre con y sin oxígeno aportan las señales que son medidas en la fMRI. Por consiguiente, la investigación fMRI nos muestra en qué zona del cerebro hay actividad y dónde no en un momento dado. Las investigaciones sobre la reflexión espiritual basadas en resonancia magnética funcional revelan un aumento de actividad en regiones frontales, límbicas y paralímbicas (amígdala, hipotálamo y cíngulo anterior) y ganglios basales, que intervienen en la atención sostenida y el control autónomo.

Al reflexionar sobre algo tan complejo y misterioso como Dios, liberamos pulsos de actividad en diferentes partes del cerebro. Se desarrollan nuevas dendritas y se desconectan viejas conexiones, a medida que van apareciendo perspectivas inéditas. Las cortezas asociativas se activan al explorar contenidos religiosos³⁰ y experiencias relacionadas (remordimiento en ensayos sobre toma de decisiones)³¹.

Aportemos algún ejemplo esclarecedor. La técnica de la fMRI, aplicada a la meditación en la técnica de yoga Kundalini, que consta de posturas corporales, ejercicios de respiración y técnicas de concentración, reveló una activación del córtex prefrontal y parietal, regiones límbicas y paralímbicas (amígdala, hipotálamo, hipocampo y cíngulo anterior) y ganglios basales³². Se evidencia, además, un mayor espesor cortical, en particular de la corteza prefrontal y la ínsula³³. De ese modo se obtuvo la primera prueba estructural de la plasticidad cortical dependiente de la experiencia. La técnica, aplicada a los ejercitantes en la meditación Zen, revela una intensificación de la actividad en el córtex prefrontal dorsolateral y una caída de la actividad en el giro occipital cíngulo anterior.

La técnica, tan útil, adolece de importantes limitaciones. No podemos recabar información del examinando sin interrumpir el ensayo. La mera pre-

³⁰ N. P. AZARI, J. NICKEL, G. WUNDERLICH, M. NIEDEGGEN, H. HEFTER, L. TELLMANN, H. HERZOG, P. STOERIG, D. BIRNBACHER & R. J. SEITZ, "Neural correlates of religious experience", en *European Journal of Neuroscience* 13 (2001) 1649-1652.

³¹ N. CAMILLE, G. CORICELLI, T. SALLET, P. PRADAT-DIEHL, J. R. DUHAMEL & A. SIRIGU, «The involvement of the orbitofrontal cortex in the experience regret», en *Science* 304 (2004) 1167-1170.

³² S. W. LAZAR, G. BUSH, R. L. GOLLUB et al., *op. cit.*

³³ S. W. LAZAR, C. E. KERR, R. H. WASSERMAN, J. R. GRAY, D. N. GREVE, M. T. TREADWAY, M. MCGARVEY, B. T. QUINN, J. A. DUSEK, H. BENSON, S. L. RAUCH, C. L. MOORE, B. FISCHL, "Meditation experience is associated with increased cortical thickness", en *NeuroReport* 16 (2005) 1893-1897.

gunta de cómo se encuentra arruina el fenómeno que estamos estudiando. Nunca podremos estar seguros de cuándo se produce una experiencia religiosa intensa durante una sesión de toma de imágenes. Añádase que los datos subjetivos se basan en las respuestas de los participantes sobre sus sensaciones, pensamientos o percepciones en el transcurso de la experiencia religiosa, pero tales respuestas, al reflejar procesos cognitivos, no constituyen necesariamente un episodio espiritual genuino.

Tomografía de emisión de positrones

La tomografía de emisión de positrones (PET) ha puesto de manifiesto una intensificación de actividad en el lóbulo prefrontal y el sistema límbico, en particular del hemisferio izquierdo³⁴, concomitante con sentimientos positivos y ejercicio de atención sostenida durante la meditación Zen. Aplicada a meditadores cristianos se descubrió, durante la recitación del salmo 23 (“El Señor es mi pastor, nada me falta”), una mayor activación del córtex prefrontal dorsolateral de ambos hemisferios, parietal medial derecho y frontomedial derecho³⁵. A través de la técnica, observamos que la meditación se inicia con la activación de la corteza prefrontal, del hemisferio derecho en particular³⁶, así como del giro cingulado³⁷. En la meditación guiada, sin embargo, se produce una caída de la actividad prefrontal³⁸. Suele apreciarse también, en diversas formas meditativas, que las circonvoluciones frontal inferior, fusi-forme, occipital y postcentral intensifican su actividad.

Tomografía computerizada de fotones individuales

Con la técnica de la tomografía computerizada por emisión de fotones individuales (SPECT) se observó la potenciación de la actividad frontal y

³⁴ H. C. LOU, T. W. KJAER, L. FRIBERG, G. WILDSCHIODTZ, S. HOLM, M. NOWAK, “A 15O-H₂O PET study of meditation and the resting state of normal consciousness”, en *Human Brain Mapping* 7 (1999) 98-105; H. HERZOG, V. R. LELE, T. KUWERT T et al., “Changed pattern of regional glucose metabolism during Yoga meditative relaxation”, en *Neuropsychobiology* 23 (1990-1991) 182-187.

³⁵ N. P. AZARI, J. NICKEL, G. WUNDERLICH, M. NIEDEGGEN, H. HEFTER, L. TELLMANN, H. HERZOG, P. STOERIG, D. BIRNBACHER & R. J. SEITZ, *op. cit.*

³⁶ D. H. INGVAR, “The will of the brain: cerebral correlates of willful acts”, en *J Theor Biol* 171 (1994) 7-12; C. D. FRITH, K. FRISTON, P. F. LIDDLE et al., “Willed action and the prefrontal cortex in man. A study with PET”, en *Proc R Soc Lond* 244 (1991) 241-246; M. I. POSNER, S. E. PETERSEN, “The attention system of the human brain”, en *Am Rev Neurosci* 13 (1990) 25-42; J. V. PARDO, P. T. FOX, M. E. RAICHEL, “Localization of a human system for sustained attention by positron emission tomography”, en *Nature* 349 (1991) 61-64.

³⁷ B. A. VOGT, D. M. FINCH, C. R. OLSON, “Functional heterogeneity in cingulate cortex: the anterior executive, and posterior evaluative regions”, en *Cereb Cortex* 2 (1992) 435-443.

³⁸ B. CROSSON, J. R. SADEK, L. MARON et al., “Relative shift in activity from medial to lateral frontal cortex during internally versus externally guided word generation”, en *J Cognitive Neurosci* 13 (2001) 272-283.

talámica en la meditación centrada en un mantra³⁹. En el ensayo se midieron los cambios experimentados en el flujo sanguíneo cerebral regional. A los meditando, budistas tibetanos avezados, se les inyectó 7 mCi NAPO. Tras una hora de meditación, se les volvió a inyectar 25 mCi NAPO. En diversos momentos se les sometió a barridos electrónicos. Se apreció un aumento significativo de rCBF (flujo sanguíneo cerebral regional) en el giro cingulado, corteza frontal, corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) y tálamo. El cambio operado en rCBF del DLPFC izquierdo guarda una correlación negativa con el cambio observado en el lóbulo parietal superior izquierdo. Un mayor flujo rCBF frontal podría reflejar una concentración local; los incrementos talámicos, una mayor actividad cortical general.

En otro ensayo, con clarisas, enfrascadas en un versículo de la Biblia, los autores indicaron un incremento del flujo sanguíneo en el córtex prefrontal, lóbulos parietales inferiores y lóbulos frontales inferiores⁴⁰. En otros meditando, con la misma técnica se apreció incremento de actividad en el giro cingulado, córtex frontal, córtex prefrontal, mesencéfalo y tálamo. La tomografía de emisión de positrones ofrece mejor resolución que SPECT. Ambas, PET y SPECT, permiten estudiar cambios en diversos sistemas neurotransmisores asociados con las prácticas de meditación. La resonancia magnética funcional proporciona capacidad para establecer una correlación anatómica inmediata y una resolución mejor que la SPECT.

ESTRUCTURAS ACTIVADAS

El neocórtex subyace bajo todo lo relacionado con la conciencia: lógica, razón, atención, habilidades lingüísticas y motivación voluntaria. Almacena recuerdos, creencias y comportamientos aprendidos a lo largo de la vida. Aloja los centros de procesamiento visual, auditivo, motor, lingüístico y cognitivo. La evolución y desarrollo del cerebro acompañan las diferentes visiones tenidas de Dios –autoritario, juez, distante, benevolente–, pues lo mismo que la personalidad humana evoluciona, también lo hace el concepto de la trascendencia. Se postula que los dioses autoritarios se hallan asociados con las estructuras más primitivas del cerebro, mientras que un Dios benevolente se experimenta a través de las partes más evolucionadas del órgano, que parecen ser exclusivas de los humanos. Esa visión halla también un paralelismo con la evolución cultural de las tradiciones religiosas. Así, los dioses mitológicos de las comunidades tribales tenían por lo común una personalidad odiosa. Zeus fue un arrogante en su olimpo atronador, Huitzilopochtli –dios azteca sediento de sangre– necesitaba continuos sacrificios humanos. Pero en las sociedades y religiones desarrolladas predominan divinidades

³⁹ A. NEWBERG, A. ALAVI A, M. BAIME et al., *op. cit.*

⁴⁰ A. NEWBERG, M. POURDEHNAD, M. ALAVI, E. G. D' AQUILI 2003. "Cerebral blood flow during meditative prayer: preliminary findings and methodological issues", en *Percept Mot Skills* 97 (2003) 625-630.

amables. En las culturas orientales puede observarse un desarrollo similar. El hinduismo, una de las religiones más antiguas, está repleto de deidades de toda índole, pero a medida que evolucionó la cultura asiática, empezaron a dominar los dioses del amor en la literatura popular de India, China y Japón.

En las formas de mayor intensidad religiosa (típicamente, experiencias subjetivas de monjas contemplativas), se ha comprobado que es el cerebro entero el que interviene en los fenómenos religiosos. Para identificar los correlatos neurales de una experiencia mística en un grupo de monjas carmelitas, Mario Beauregard y Vincent Paquette se valieron de la resonancia magnética funcional⁴¹. Midieron la actividad cerebral de las religiosas mientras se hallaban subjetivamente en un estado de unión con Dios. Se comprobó la excitación del córtex orbitofrontal medial derecho, córtex temporal medio derecho, lóbulo parietal inferior y lóbulo parietal superior, caudado derecho, córtex prefrontal medial izquierdo, córtex cingulado anterior izquierdo, lóbulo parietal inferior izquierdo, ínsula izquierda, caudado izquierdo y tallo cerebral izquierdo. Ello no impide que, según la circunstancia, se excite de manera principal una estructura u otra.

Córtex prefrontal y lóbulo frontal

La corteza prefrontal integra información sensorial de varias modalidades (visual, auditiva y somatoestésica o táctil), las más desarrolladas en la especie humana. Establece conexiones de doble sentido con otras estructuras. Se divide en tres zonas: dorsolateral, orbitofrontal y frontomedial. El córtex prefrontal dorsolateral es un área de asociación plurimodal. Está constituida por el córtex frontal homotípico. La información que integra no procede de áreas primarias, sino de las de asociación unimodal y heteromodal, así como de las paralímbicas. Existen importantes diferencias entre el funcionamiento de la corteza prefrontal izquierda y la derecha. La izquierda está relacionada con los procesos de planificación, flexibilidad mental, fluidez verbal, memoria operativa. La derecha interviene en la construcción y diseño de objetos, memoria episódica y cognición social.

Parece incontrovertible, en toda praxis religiosa, una actividad incrementada del córtex prefrontal. En efecto, aunque en la experiencia religiosa intervienen muchas áreas cerebrales a la vez, desde muy pronto se observó que la oración vocal excitaba la corteza prefrontal. Implicada en toda experiencia consciente, sede del yo, de la voluntad y de la moral, la corteza prefrontal aparece con los mamíferos y adquiere un desarrollo peculiar en humanos⁴². El tamaño relativo del lóbulo frontal es similar en todos los homínidos: maca-

⁴¹ M. BEAUREGARD and V. PAQUETTE 2006, "Neural correlates of a mystical experience in Carmelite nuns", en *Neurosci Lett* 405 (2006) 186-190.

⁴² D. ONGÜR, A. T. FERRY, J. L. PRICE, "Architectonic subdivision of the human orbital and medial prefrontal cortex", en *The Journal of Comparative Neurology* 460 (2003) 425-449.

cos (28.1%), gibones (31.1%), orangutanes (35.3%), gorilas (32.4%), chimpancés (35.9%) y humanos (36.7%). Sí marca la diferencia en los humanos el volumen de la sustancia blanca. P. Thomas Schoemann y su equipo, mediante la aplicación de la técnica de neuroimagen de resonancia magnética, pusieron de manifiesto que no existía apenas diferencia entre sustancia gris, mientras sí resaltaba nuestro mayor volumen de sustancia blanca⁴³.

La práctica de la meditación implica la intervención del córtex prefrontal dorsolateral, el córtex frontomedial y cingulado anterior, junto a otras regiones subcorticales implicadas en las mencionadas funciones⁴⁴. Durante la oración vocal⁴⁵ y cuando pensamos en Dios como una fuerza benevolente, se estimula el córtex prefrontal, cuya hipertrofia, alcanzada en el curso de la evolución y la colonización resultante del resto de funciones cerebrales superiores posibilitaron la cognición humana⁴⁶. Azari observó que, entre los asistentes a un acto religioso, los individuos que se declaraban creyentes activaban un circuito fronto-parietal, en el que se integraba córtex prefrontal dorsolateral, frontal dorsomedial y parietal medial. Con anterioridad se había demostrado que esas áreas participaban, con un papel destacado, en la evaluación reflexiva del pensamiento. De ello se dedujo que la experiencia religiosa podría ser un proceso cognitivo⁴⁷.

Las técnicas de formación de imágenes han revelado que los individuos que desarrollan juegos de reciprocidad frente a computadores o frente a otros humanos activan la corteza prefrontal media anterior (MPFC); en el caso de la interacción entre humanos interviene, además, la unión temporoparietal. Mientras la MPFC anterior se ha asociado a la mentalización de las intenciones propias y las de los otros, la unión temporoparietal se hallaría implicada en analizar la conducta y el procesamiento causal y la atribución de fines. La activación observada de estas regiones puede sugerir que la oración es equiparable a negociar con un socio humano en juegos de reciprocidad. La oración personal activa la región temporopolar, región asociada con la memoria autobiográfica y el procesamiento de narrativas sociales. La región temporopolar podría ser el correlato neural de esas funciones en la oración.

⁴³ P. T. SCHOENEMANN, M. J. SHEEHAN, L. D. GLOTZER, "Prefrontal white matter volume is disproportionately larger in humans than in other primates", en *Nature Neuroscience* 8 (2005) 242-252.

⁴⁴ Cf. D. T. STUSS DT & M. P. ALEXANDER, "Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view", en *Psychological Research* 63 (2000) 289-298; R. D. BADGAIYAN & M. I. POSSNER, "Time course of cortical activations in implicit and explicit recall", en *J Neurosci* 17 (1997) 4904-4913; A. NEWBERG, A. ALAVI A, M. BAIME et al., *op. cit.*

⁴⁵ N. P. AZARI, J. NICKEL, G. WUNDERLICH, M. NIEDEGGEN, H. HEFTER, L. TELLMANN, H. HERZOG, P. STOERIG, D. BIRNBACHER & R. J. SEITZ, *op. cit.*

⁴⁶ T. DEACON, *op. cit.*; M. DONALD, *op. cit.*

⁴⁷ N. P. AZARI, J. NICKEL, G. WUNDERLICH, M. NIEDEGGEN, H. HEFTER, L. TELLMANN, H. HERZOG, P. STOERIG, D. BIRNBACHER & R. J. SEITZ, *op. cit.*

En las tareas cognitivas sociales y en las tareas autorreferenciales intervienen el precuneus, la MPFC y la unión temporoparietal⁴⁸.

La resonancia magnética funcional revela el efecto del rezo de la oración ritualizada sobre el núcleo caudado; en cambio, la oración espontánea excita la corteza prefrontal y la corteza temporal superior derecha. En la oración personal se excitan la MPFC, la región temporopolar, la unión temporoparietal y el precuneus. Semejante activación en la plegaria improvisada casa muy bien con el procesamiento de la teoría de la mente. Las oraciones muy formalizadas presentan un contenido abstracto y no personal. El recitado del Padrenuestro demostró, en cambio, una activación notable de regiones en la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza parietal y el cerebelo. Durante la oración personal se activan áreas implicadas en la cognición social, indicio claro de que constituye una experiencia intersubjetiva equiparable a la interacción interpersonal normal. En ese modo de oración se piensa en Dios como entidad personal, no como entidad abstracta.

En el lóbulo frontal se distinguen cinco regiones anatomofuncionales: córtex motor (área motora primaria), córtex premotor, operculum frontal, córtex prefrontal y zona paraolfatoria o subcallosa. Las aferencias principales hacia el córtex frontal se originan en el córtex temporal y en el córtex parietal posterior. El córtex frontal establece conexiones con el córtex entorrinal e hipocampo, responsable éste de la memoria episódica y biográfica. Se han descrito cinco circuitos frontosubcorticales: el circuito motor, que se origina en el área motora suplementaria, el circuito óculo-motor que se genera en el campo ocular frontal y tres circuitos prefrontales. Cada circuito parte de un área frontal concreta, se proyecta hacia una zona del estriado, regresa al córtex frontal y, así, forma un circuito cerrado. Dentro de cada circuito, ciertas áreas corticales envían proyecciones excitadoras glutamérgicas a zonas selectivas del estriado (núcleo caudado, putamen y estriado ventral) Diversos neurotransmisores y neuromoduladores se hallan implicados en los circuitos frontosubcorticales: glutamina, GABA, glutamato, dopamina, acetilcolina, sustancia P y encefalina. La investigación neurofarmacológica señala la activación dopaminérgica como el rasgo neuroquímico principal asociado con la actividad religiosa. La evolución de la religión se supone, en este contexto, vinculada a una expansión de los sistemas dopaminérgicos en humanos, promovida por los cambios en la dieta y otras influencias fisiológicas.

Ante enunciados positivos sobre Dios se activan regiones del lóbulo frontal, la parte más reciente de la evolución del cerebro⁴⁹. Una persona con un lóbulo frontal hiperactivo podría obsesionarse con la demostración ontoló-

⁴⁸ L. SCHILBACH, S. B. EICKHOFF, A. ROTARSKA-JAGIELA, G. R. FINK & K. VOGELY, "Minds at rest? Social cognition as the default mode of cognizing and its putative relationship to the 'default system' of the brain", en *Consciousness and Cognition* 17 (2008) 457-467.

⁴⁹ D. KAPOGIANNIS, A. K. BARBEY, M. SU, G. ZAMBONI, F. KRUEGER & J. GRAFMAN, *op. cit.*

gica de la existencia de Dios⁵⁰. Se activa el lóbulo frontal cuando integramos las ideas sobre Dios y articulamos un esquema de respuestas a las cuestiones sobre “por qué, qué y dónde”. Esa región se excita también cuando mostramos sentimientos de empatía. En el lóbulo frontal se teje una amplia red de circuitos que se activan cuando la persona reza o medita⁵¹. En el procesamiento de la oración, además del lóbulo frontal participa el sistema límbico, que permite experimentar emociones poderosas, y los lóbulos parietales, involucrados en nuestro sentido del yo y en su orientación en el espacio y el tiempo. El circuito occipital-parietal entra en acción cuando se objetiviza a Dios. Si además de situarlo en el espacio, lo tomamos por sujeto de relación con nosotros se activa el circuito parieto-frontal. Cuando uno se concentra en valores y fines espirituales, incrementamos el flujo sanguíneo en el lóbulo frontal y el cingulado.

Sistema límbico

Aunque en rigor anatómico correspondiera tratarlo más adelante, por su papel de impregnación de emotividad de toda creencia, adelantamos aquí la intervención del sistema límbico. Peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos poseen sistema límbico, involucrado en la codificación de la memoria y la respuesta emocional; en el caso humano, responde de la experiencia emocional de Dios. El tálamo, que desempeña un papel crucial en la identificación de lo que es y no es real, confiere carga emocional a los pensamientos. Cuanto más se medita sobre un tema particular (Dios, la paz o el éxito financiero) más activo se torna el tálamo. Cuanto más nos centramos en Dios, más sentimos a Dios como si fuera real. Propio del tálamo es, pues, aportar emoción a nuestro concepto de Dios, es decir, sentir esa entidad objetivada. Envía información sensorial a las demás regiones. Estructura dual (una en cada hemisferio), presenta forma de nuez y ocupa la parte superior del sistema límbico en el centro del cerebro. Constituye la gran estación central del procesamiento cerebral, por donde pasa toda sensación, estado de ánimo y pensamiento, para su transmisión a otras regiones.

El tálamo no distingue entre la realidad interior y la exterior. Una idea, contemplada largo tiempo, podría tomarse con visos de realidad; nuestra creencia se torna neurológicamente real y nuestro cerebro actúa en coherencia. En el sujeto avezado en meditación se ha producido una asimetría entre el tálamo izquierdo y el derecho. Si el córtex frontal y el sistema límbico permanecen inactivos cuando una persona reflexiona sobre Dios, éste carecerá

⁵⁰ K. GÖDEL, “Ontological Proof”, en *Collected Works: Unpublished Essays & Lectures* (vol. III). Oxford University Press 1995, pp. 403-404.

⁵¹ A. NEWBERG, *Principles of Neurotheology*, Farnham, Ashgate, 2010; véase también M. E. McCULLOUGH, B. L. B. WILLOUGHBY, “Religion, self-regulation, and self-control: associations, explanations, and implications”, en *Psychol. Bull.* 135 (2009) 69-93. P. McNAMARA, “Religion and the Frontal Lobes”, en J. Andresen (ed.), *Religion in Mind: cognitive perspectives on religious belief, ritual, and experience*, Cambridge, Cambridge University Press, 2001, pp. 236-256.

de valor o significado para el sujeto. Tal parece acontecer en los cerebros de los individuos que se confiesan ateos. Para tener una percepción o experiencia de Dios, se requiere alcanzar un equilibrio correcto entre la actividad del lóbulo frontal y la actividad del sistema límbico. Los circuitos emocionales del cerebro límbico tienen menos plasticidad que los del lóbulo frontal. Nos tornamos agresivos o belicosos de la misma forma, pero cada uno experimenta el amor de manera distinta. Con todo, cada experiencia meditadora es única y estimula diferentes partes del cerebro en diverso grado. Quizás eso explique por qué cada uno tiene su propia experiencia de Dios.

Situada en el extremo frontal de los lóbulos temporales, la amígdala gobierna la respuesta de lucha o huida ante un peligro, real o imaginario. En los casos de sobreestimulación, la amígdala crea la impresión emotiva de un Dios vengativo, autoritario y punitivo; suprime la capacidad del lóbulo frontal relacionada con el pensamiento lógico sobre Dios. Pensar en una entidad autoritaria o crítica –sea una persona o sea Dios– activará las áreas límbicas del cerebro que generan miedo e ira.

Ante un sentimiento intenso, las señales cursan de la amígdala al hipocampo, que no sólo orquesta la liberación de hormonas, sino que activa también el sistema nervioso autónomo para preparar al sujeto para que tome la acción adecuada, sea de alimentación, vuelo o huida.

En un estudio longitudinal reciente, basado en la técnica de neuroimagen MRT para investigar la relación entre cambios en el estrés percibido y cambios en la densidad de materia gris de la amígdala subsiguientes a la intervención de una reducción del estrés, se observó la reducción de la tensión con la meditación “mindfulness”⁵². La reducción producida guardaba una correlación positiva con la disminución en la densidad de materia gris de la amígdala basolateral derecha. Se ha observado, a través también de la fMRT, una correlación entre la activación de la glándula pineal y la meditación religiosa.

Córtex cingulado anterior

El cingulado anterior es la parte más reciente de la historia evolutiva del cerebro. Si poseemos un cingulado anterior desarrollado o muy activo, experimentaremos una gran empatía y no reaccionaremos ni con miedo ni con ira. Si esa estructura no funciona bien, quedarán comprometidas nuestras facultades de comunicación y no nos mostraremos sensibles a lo que otros sufran o piensen. La compasión, un concepto primario que encontramos en todas las religiones, constituye un proceso evolutivo adaptativo. Situada en el centro de un importante nudo de comunicaciones entre el lóbulo frontal (que inicia nuestros pensamientos y conducta) y el sistema límbico (que procesa senti-

⁵² B. K. HOLZEL, J. CARMODY, K. C. EVANS, E. A. HOGE, J. A. DUSEK, L. MORGAN, R. K. PITMAN & S. W. LAZAR, “Stress reduction correlates with structural changes in the amygdala”, en *Social Cognitive and Affective Neuroscience* 5, n. 1 (2010) 11-17. doi:10.1093/scan/nsp034.

mientos y emociones), el córtex cingulado actúa a manera de fulcro, equilibrando sentimientos y pensamientos; conecta el límbico con el lóbulo frontal, las emociones con la cognición⁵³. El cingulado anterior se activa cuando sentimos la presencia de un Dios amoroso y compasivo; su excitación reduce la ansiedad religiosa, la culpa, el miedo y la ira mediante la supresión de actividad en la amígdala. Las prácticas contemplativas (la meditación) estimulan la actividad del cíngulo. Y así, al meditar en cualquier forma de amor, incluido el amor de Dios, se refuerzan los mismos circuitos neurológicos que nos permiten sentir compasión hacia los demás. Por el contrario, las actividades religiosas que se concentran en el miedo podrían dañar al cingulado anterior; cuando eso sucede, las personas suelen perder interés en las preocupaciones de otras personas, si no se comportan agresivamente contra ellas. El Dios del sistema límbico es justiciero, el del cingulado anterior, amoroso.

En el córtex cingulado anterior hallamos unas células ahusadas características, las neuronas de von Economo, exclusivas de humanos, grandes primates y ciertas ballenas. Esas neuronas, de unos 15 millones de años de antigüedad, presentan un entramado de conexiones con otras regiones del cerebro y se las supone íntimamente implicadas en el desarrollo de la socialización mediante la integración de nuestros pensamientos, sentimientos y conductas. Promueven emociones positivas y nos alejan de las negativas. Desempeña un papel crucial en el autocontrol emotivo, en la solución de problemas y reconocimiento de errores, en la práctica religiosa, en el aprendizaje, la memoria, la atención, la regulación de las emociones, la coordinación motora, la evaluación moral, la planificación de estrategias, la conciencia social y la empatía.

El córtex cingulado anterior forma parte de un sistema general que regula y modifica la conducta mediante la señalización del instante en que se requiere el control, por lo común como resultado de un suceso productor de ansiedad, tal como la comisión de un error⁵⁴, la detección de un conflicto⁵⁵ o la conciencia de incertidumbre⁵⁶. El cingulado se correlaciona también con la

⁵³ G. BUSH, P. LUU & M. I. POSNER, "Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex", en *Trends in Cognitive Sciences* 4 (2000) 215-222; J. M. LLAMAN, A. HAKEEM, J. M. ERWIN, E. NIMCHINSKY, P. HOF, "The anterior cingulate cortex. The evolution of an interface between emotion and cognition", en *Ann N Y Acad Sci.* 935 (2001) 107-17.

⁵⁴ C. B. HOLROYD & M. G. H. COLES, "The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity", en *Psychological Review* 109 (2002) 679-709; G. HAJCAK & D. FOTI, "Errors are aversive: Defensive motivation and the error-related negativity", en *Psychological Science* 19 (2008) 103-108; G. HAJCAK, N. McDONALD & R. F. SIMONS, "Anxiety and error-related brain activity", en *Biological Psychology* 64 (2003) 77-90.

⁵⁵ N. YOUNG, M. M. BOVINICK & J. D. COHEN, "The neural basis of error detection: Conflict monitoring and the error-related negativity", en *Psychological Review* 111 (2004) 931-959.

⁵⁶ H. D. CRITCHLEY, C. J. MATHIAS & R. J. DOLAN. 2001. Neural activity in the human brain relating to uncertainty and arousal during anticipation. *Neuron* 29 (2001) 537-545; J. B. HIRSH & M. INZLICHT, "The devil you know: Neuroticism predicts neural response to uncertain", en *Psychological Science* 19 (2008) 962-967.

autorreflexión en determinados ámbitos religioso-culturales⁵⁷. La fe religiosa, lenitivo contra la angustia de lo desconocido y del error, se refleja en el cerebro a través de una menguada actividad del córtex cingulado anterior⁵⁸. La convicción religiosa aporta sistemas de significado que organizan al mundo y ofrecen guías para la acción; relaja la actividad nerviosa asociada con la ansiedad, y no al revés⁵⁹.

En 2009 se a dio un paso importante en el conocimiento del papel desempeñado por el cingulado anterior como indicador de fe religiosa. Michael Inzlicht, Ian McGregor, Jacob B. Hirsch y Kyle Nash demostraron que la convicción religiosa se distingue por una merma en la reactividad del córtex cingulado anterior. En los ensayos realizados con técnicas electroencefalográficas se puso de manifiesto que las personas creyentes presentaban una menor excitación del mismo en respuesta al error y que la fe iba asociada a la comisión de menos errores. La convicción religiosa aporta así un marco para comprender el medio y operar mejor en su seno; la fe actuaría como un amortiguador frente a la ansiedad y minimizaría la experiencia de error⁶⁰.

Cuando la amígdala se activa, se bloquea el cingulado anterior, lo que posibilita que el cerebro reptiliano tome el mando. Decaen la empatía y la intuición y perdemos capacidad para percibir cómo se sienten los demás. Pero si lo que se activa es el lóbulo frontal, estimulamos el córtex cingulado anterior y decae la actividad de la amígdala. En los vertebrados, el sistema septohipocampal es vital para esos tipos de bucles de retroalimentación; se considera un sistema filogenéticamente muy antiguo. Los humanos comporten esa circuitería con otros vertebrados, si bien poseen además una campana cortical de alarma⁶¹. Esa alarma se proyecta hacia, y desde, el sistema septohipocampal.

⁵⁷ Yanhong Wu, Wang CHENG, He XI, Mao LIHUA & Zhang LI, "Religious belief influence neural substrates of self-reflection in Tibetans", en *Social Cognitive and Affective Neuroscience* (2010) doi: 10.1093/scan/nsq016.

⁵⁸ S. TAPANYA, R. NICKI, & O. JARUSAWAD, "Worry and intrinsic/extrinsic religious orientation among Buddhist (Thai) and Christian (Canadian) elderly persons", en *Aging and Human Development* 44 (1997) 75-83. Contrástese con A. K. SHREVE-NEIGER & B. A. EDELSTEIN, "Religion and anxiety: A critical review of the literature", en *Clinical Psychology Review* 24 (2004) 379-397.

⁵⁹ A. C. KAY, D. GAUCHER, J. L. NAPIER, M. J. CALLAN & K. LAURIN, "God and government: Testing a compensatory control explanation for the support of external systems", en *Journal of Personality and Social Psychology* 95 (2008) 18-35; I. MCGREGOR, R. HAJI, K. A. NASH, & R. TEPER, "Religious zeal and the uncertain self", en *Basic and Applied Social Psychology* 30 (2008) 183-188.

⁶⁰ M. INZLICHT, I. MCGREGOR, J. B. HIRSH & K. NASH, "Neural markers of religious conviction", en *Psychol Sc* 20 (2009) 385-392.

⁶¹ J. A. GRAY & N. MCNAUGHTON, *The neuropsychology of anxiety: An enquiry into the functions of the septo-hippocampal system*, Oxford, Oxford University Press, 2000², p. 137.

Lóbulo temporal

Desde hace tiempo se sospechaba que el lóbulo temporal derecho constituía un locus privilegiado de la religión en el cerebro. Las experiencias religiosas vendrían instadas por microimpulsos eléctricos transitorios, generados en el interior de esa estructura⁶².

La hiperreligiosidad en pacientes con epilepsia de lóbulo temporal motivó las primeras hipótesis sobre la vinculación de la religiosidad con las áreas límbicas y temporales⁶³. Los aspectos ejecutivos y roles prosociales de la religión desplazaron el foco hacia los lóbulos frontales⁶⁴, mientras que una actividad lobuloparietal disminuida se relacionaba con experiencias religiosas que el vulgo llama místicas⁶⁵. Ante enunciados del tipo “Dios está airado”, se excitaban los giros temporales y frontales, que nos ayudan a enjuiciar las emociones de los demás⁶⁶. Y se excita el giro temporal derecho ante enunciados abstractos, del tipo “la resurrección ocurrirá”. Región que empleamos para comprender significados metafóricos. En particular, el giro temporal medio derecho es importante para el procesamiento del yo⁶⁷, para el seguimiento del estatuto de las relaciones íntimas (la de la madre con su hijo)⁶⁸ y para establecer los límites entre representaciones de la intimidad de los otros (la de la propia madre de uno) y el yo de uno⁶⁹. Por tanto, por evolución de esta área y de sus conexiones, cabe una relación personal con Dios como una entidad que nos es íntima. Con experiencias o alteraciones de las creencias religiosas se han asociado, amén de ataques epilépticos del lóbulo temporal, los tumores cerebrales, ictus y otras agresiones cerebrales⁷⁰.

⁶² M. A. PERSINGER, “Religious and mystical experiences as artifacts of temporal lobe function: a general hypothesis”, en *Percept Mot Skills* 57 (1983) 1255-1262; M. A. PERSINGER, *Neuropsychological bases of God beliefs*. New York, Praeger Publishers, 1987.

⁶³ O. DEVINSKY, “Religious experiences and epilepsy”, en *Epilepsy Behav.* 4 (2003) 76-77; N. GESCHWIND, “Interictal behavioural changes in epilepsy”, en *Epilepsia* 24 Suppl. 1 (1983) 23-30.

⁶⁴ M. E. McCULLOUGH, B. L. B. WILLOUGHBY, “Religion, self-regulation, and self-control: associations, explanations and implications”, *op. cit.*

⁶⁵ M. BEAUREGARD and V. PAQUETTE, *op. cit.*; A. B. NEWBERG et al., “The measurement of regional cerebral blood flow during glossolalia: a preliminary SPECT study”, en *Psychiatry Res* 148 (2006) 67-71.

⁶⁶ D. KAPOGIANNIS, A. K. BARBEY, M. SU, G. ZAMBONI, F. KRUEGER & J. GRAFMAN, *op. cit.*

⁶⁷ D. SIMEON, O. GURALNIK, E. A. HAZLETT, J. SPIEGEL-COHEN, E. HOLLANDER et al., “Feeling un real: a PET study of depersonalization disorder”, en *Am J Psychiatry* 157 (2000) 1782-1788.

⁶⁸ M. NORIUCHI, Y. KIKUCHI, A. SENOO, “The functional neuroanatomy of maternal love: mother’s response to infant’s attachment behaviors”, en *Biol Psychiatry* 63 (2008) 415-423.

⁶⁹ T. VANDERWAL, E. HUNYADI, D. W. GRUPE, C. M. CONNORS, R. T. SCHULTZ, “Self, mother and abstract other: an fMRI study of reflective social processing”, en *Neuroimage* 41 (2008) 1437-1446.

⁷⁰ A. OGATA, T. MIYAKAWA, “Religious experiences in epileptic patients with a focus on ictus-related episodes”, en *Psychiatry Clin Neurosci* 52 (1998) 321-325; P. C. TREVISOLO-BITTENCOURT, A. R. TROIANO, “Interictal personality syndrome in non-dominant temporal lobe epilepsy: case report”, en *Arq Neuropsiquiatr* 58 (2000) 548-555; O. DEVINSKI, “Psychiatric comorbidity in patients with epilepsy: implications for diagnosis and treatment”, en *Epilepsy Behav., Suppl* 4 (2003) 2-10; H. NAITO, N. MATSUI, “Temporal lobe epilepsy with ictal ecstatic state and

Córtex parietal

El lóbulo parietal, cuando se activa, nos ofrece un sentido de nuestro yo en relación con el tiempo y el espacio. Resulta fácil imaginar un Dios que existe separado de nosotros, más allá de los límites de nuestro ser personal. Cuando, en la meditación budista y cristiana, disminuye la actividad en las áreas parietales, emerge una sensación de intemporalidad y aespacialidad, lo que permite al meditando sentirse uno con Dios, con el universo. Desde el punto de vista neurológico, la actividad del lóbulo parietal es responsable de mantener la propiedad del "otro", correspondiente a Dios en la mente del creyente. El lóbulo parietal hace de Dios una entidad que posee un lugar específico en el universo, distinto del que ocupa el sujeto.

El córtex parietal posterior interviene en la representación de diferentes aspectos del conocimiento corporal⁷¹. Las lesiones del córtex parietal posterior izquierdo inducen déficits selectivos en la representación de las relaciones espaciales entre segmentos corporales⁷². Son conocidas la ausencia de propiedad de ciertas partes del cuerpo o ilusiones sobre ellas que se produce a raíz de un daño infligido en el córtex temporoparietal derecho. Se sabe también de la localización ilusoria del yo en el espacio extrapersonal, en pacientes con lesiones en el córtex temporoparietal derecho (experiencias fuera del cuerpo)⁷³. Así, la reducción de la actividad neural en el córtex temporoparietal durante las experiencias espirituales puede reflejar un sentido alterado de nuestro propio cuerpo en el espacio⁷⁴. Se supone, en efecto, que la corteza parietal superior es el substrato neural del mecanismo de detección de intervención de agentes. Por eso se la implica en la representación de una intervención sobrenatural⁷⁵. La corteza parietal superior se asocia, además, con otras tareas cognitivas: atención a los puntos móviles, reposo, lectura de

interictal behavior of hypergraphia", en *J Nerv Ment Dis* 176 (1998) 123-124; J. SAVER, J. RABIN, "The neural substrates of religious experience", en *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 9 (1997) 498-510; V. S. RAMACHANDRAN, *The Tell-Tale Brain. A Neuroscientist's Quest for What Makes Us Human*, New York, W. W. Norton, 2011.

⁷¹ J. SCHOWEBEL & H. B. COSLETT, "Evidence for multiple, distinct representations of the human body", en *J Cogn Neurosci* 17 (2005) 543-553.

⁷² O. FELICIAN & P. ROMAIGUERE, "Your body and mine: a neuropsychological perspective", en *Neurophysiol Clin* 38 (2008) 183-187.

⁷³ O. BLANKE, T. LANDIS, L. SPINELLI & M. SEECK, "Out-of-body experience and autoscapy of neurological origin", en *Brain* 127 (2004) 243-258.

⁷⁴ B. R. CAHN, & J. POLICH, *op. cit.*; A. B. NEWBERG & J. IVERSEN, "The neural basis of the complex mental task of meditation: neurotransmitter and neurochemical considerations", en *Med Hypotheses* 61 (2003) 282-291.

⁷⁵ P. BOYER, "Religious thought and behavior as by-products of brain function", en *Trends in Cognitive Science* 7 (2003) 119-124; S. J. BLAKEMORE, P. BOYER, M. PACHOT-CLOUARD, A. N. MELTZOFF & J. DECETY, "Detection of contingency and animacy in the human brain", en *Cerebral Cortex* 13 (2003) 837-844.

palabras e imitación del movimiento de los dedos. La caída de actividad del lóbulo parietal se vincula a experiencias religiosas “místicas”⁷⁶.

Un estudio de 2003 apoyado en tomografía computerizada por emisión de fotón único (SPECT) midió el flujo sanguíneo cerebral regional en monjas franciscanas durante el rezo, plegaria que requerían la repetición interna de una frase determinada⁷⁷. Durante la oración, se advertía una intensificación del flujo sanguíneo en la corteza prefrontal, los lóbulos frontales inferiores y el lóbulo parietal inferior. Además, el cambio en el flujo sanguíneo cerebral de la corteza prefrontal izquierda evidenció una correlación inversa con el cambio observado en el lóbulo parietal superior ipsilateral⁷⁸. También el grupo de Azari observó una mayor actividad del lóbulo parietal derecho durante el rezo, sirviéndose de un tomografías de emisión de positrones⁷⁹.

Newberg y colaboradores investigaron asimismo el estado de éxtasis, que implicaba la glosolalia (hablar en lenguas). Compararon ese estado con un canto de un motete religioso. La actividad de ambos lóbulos frontales, del lóbulo temporal izquierdo y del núcleo caudado izquierdo disminuyó de manera significativa durante la glosolalia. En contraste con la menor actividad parietal derecha que se aprecia durante el estado de meditación, la glosolalia iba asociada a una mayor actividad en el área parietal superior izquierda⁸⁰.

En un trabajo reciente, Brick Johnstone evaluó las características espirituales de 20 personas que padecían lesiones cerebrales traumáticas en su lóbulo parietal derecho. Esas características espirituales eran, entre otras, el nivel de creencia de los voluntarios en la existencia de un poder supremo o el grado de fe de los participantes en que sus vidas formaban parte de un plan divino. Johnstone descubrió que los voluntarios con lesiones más graves en esta región cerebral mostraban un sentimiento mayor de cercanía a un poder supremo. Halló, asimismo, una vinculación entre aumento del lóbulo frontal y práctica religiosa. La espiritualidad implicaría, pues, diversas regiones cerebrales. Confirmaba una vez más que la religión sería un fenómeno dinámico que utilizaría diversas áreas cerebrales⁸¹.

⁷⁶ M. BEAUREGARD and V. PAQUETTE, *op. cit.*; B. NEWBERG, et al., “The measurement of regional cerebral blood flow during glossolalia”.

⁷⁷ A. NEWBERG, M. POURDEHNAD, M. ALAVI, E. G. D’AQUILL, *op. cit.* 625-630.

⁷⁸ A. NEWBERG, E. D’AQUILL, V. RAUSE, *op. cit.*; A. NEWBERG, M. POURDEHNAD, M. ALAVI, E. G. D’AQUILL, *op. cit.*

⁷⁹ N. P. AZARI, J. NICKEL, G. WUNDERLICH, M. NIEDEGGEN, H. HEFTER, L. TELLMANN, H. HERZOG, P. STOERIG, D. BIRNBACHER & R. J. SEITZ, *op. cit.*

⁸⁰ B. NEWBERG et al., “The measurement of regional cerebral blood flow during glossolalia”.

⁸¹ B. JOHNSTONE, A. BODLING, D. COHEN, S. E. CHRIST, A. WEGRZYN, “Right parietal lobe-related ‘selflessness’ as the neuropsychological basis of spiritual transcendence”, en *International Journal of the Psychology of Religion* (2012). doi: 10.1080/10508619.2012.657524.

ESPESOR CORTICAL

En 2009 se inició una nueva línea de investigación, la relativa a la variabilidad neuroanatómica de la religiosidad⁸². Se buscaron aspectos de la religiosidad que reflejaran la variabilidad manifestada en el volumen de la corteza. Se comprobó que la experiencia de una relación íntima con Dios y el compromiso religioso iban asociados a aumento de volumen del córtex temporal medio derecho, BA 21. En particular, la experiencia del temor de Dios tenía por contrapartida una disminución del volumen del precuneus izquierdo y del córtex orbitofrontal izquierdo, BA 11. Rasgos relacionados con el pragmatismo y la duda en la existencia de Dios se correlacionaban con un mayor volumen en el precuneus derecho. En cambio, la variabilidad en la religiosidad derivada de la educación no iba asociada a ninguna variabilidad en el volumen cortical.

Se trabajó con resonancia magnética funcional. Los voluntarios habían colaborado ya en un ensayo paralelo que se proponía identificar los procesos cognitivos y las redes cerebrales implicados en creencias religiosas⁸³. En el nuevo ensayo se dio por supuesto que las pautas de religiosidad se basaban sobre rasgos de la personalidad que influyen en las estrategias cognitivas y en el comportamiento a lo largo del tiempo. Se acotaron cuatro componentes principales. El primero contemplaba los aspectos que sugerían una íntima relación con Dios (experiencia de la amistad de Dios y cumplimiento de su voluntad); el segundo agrupaba aspectos vinculados a la formación religiosa; al tercero pertenecían las dudas sobre la existencia de Dios y adscripción a las máximas epicúreas (comamos y bebamos que mañana moriremos); el cuarto abarcaba lo relacionado con la ira de Dios. El componente 1 guardaba correlación positiva con el volumen cortical de BA 21 en el giro temporal medio derecho y su extensión en el polo temporal. Por lo que respecta al componente 2, no se apreciaron áreas corticales cuyo volumen se asociara con la religiosidad. El componente 3 evidenciaba una correlación positiva con el volumen cortical del precuneus, BA 7 y el giro calcarino derecho, BA 17. (Dicho de otro modo: el componente 3 guardaba una correlación negativa con el volumen cortical del precuneus derecho, BA 7, y el giro calcarino derecho, BA 17) El componente 4 revelaba una correlación negativa con el volumen cortical del precuneus izquierdo, BA 7, y el córtex orbitofrontal izquierdo. Con otras palabras, un incremento del volumen cortical de estas áreas predecía creencias relacionadas con un Dios no amenazador. La relación entre el volumen o espesor cortical regional (medido con un sistema de análisis de datos exento de sesgo y automatizado) y el rendimiento de la tarea cognitiva había quedado ya validada en numerosas tareas⁸⁴. Las relaciones descubiertas no eran

⁸² D. KAPOGLIANNIS, A. K. BARBEY, M. SU, F. KRUEGER & J. GRAFMAN, "Neuroanatomical Variability of Religiosity", *Pois One* 4, n.9 (2000 e 7180). doi: 10.1371/journal.pone.0007180.

⁸³ D. KAPOGLIANNIS, A. K. BARBEY, M. SU, G. ZAMBONI, F. KRUEGER & J. GRAFMAN, *op. cit.*

⁸⁴ B. C. DICKERSON, E. FENTSERMACHER, D. H. SALAT, D. A. WOLK, R. P. MAGUIRE et al., "Detection of cortical thickness correlates of cognitive performance: Reliability across MRI scan sessions, scanners, and field strengths", en *Neuroimage* 39 (2008) 10-18.

necesariamente lineales (un incremento del volumen cerebral resultaría de la manifestación del carácter)⁸⁵.

Los cambios registrados en la MRT representan cambios operados en la densidad sináptica⁸⁶, mielinización dentro de la materia gris⁸⁷ y otras alteraciones histológicas. Ello no obsta para que los rasgos de la personalidad religiosa puedan contemplarse como conjuntos complejos, selectivamente involucrados, de procesos cognitivos y representaciones a lo largo del tiempo, en respuesta a situaciones similares⁸⁸. No podemos minusvalorar la significación del volumen del precuneus. El precuneus ayuda a relacionar la representación de Dios con el yo⁸⁹. Se activa en la oración privada de cristianos practicantes⁹⁰. El volumen incrementado del precuneus izquierdo evita el miedo de Dios. Además, el precuneus puede ayudar a aportar un contexto a la experiencia religiosa mediante la recuperación de recuerdos y relacionarlos con las situaciones presentes⁹¹. Las personas con volúmenes corticales bajos en BA 7 y 11 pueden manifestarse proclives a experimentar una religión basada en el miedo de Dios⁹², regulando sus emociones y modulando las respuestas temerosas ante un agente percibido como poderoso⁹³.

Las áreas cerebrales aquí identificadas no son exclusivas del procesamiento de la religión. Desempeñan su papel principal en la cognición social. Lo que abona la hipótesis de que las creencias y la conducta religiosa emergieron a modo de subproducto de la cognición y conducta sociales. La idea de cómo nos relacionamos con Dios corre paralela con la idea de cómo nos

- ⁸⁵ K. B. WALHOVD, A. M. FJELL, A. M. DALE, B. FISCHL, B. T. QUINN, et al., "Regional cortical thickness matters in recall after months more than minutes", en *Neuroimage* 31 (2006) 1343-1351.
- ⁸⁶ J. A. KLEIM, E. LUSSNIG, E. R. SCHWARZ, T. A. COMERY, W. T. GREENOUGH, "Synaptogenesis and Fos expression in the motor cortex of the adult rat after motor skill learning", en *J Neurosci* 16 (1996) 4529-4535.
- ⁸⁷ E. R. SOWELL, B. S. PETERSON, P. M. THOMPSON, S. E. WELCOME, A. L. HEKENIUS et al., "Mapping cortical change across the human life span", en *Nat Neurosci* 6 (2003) 309-315.
- ⁸⁸ W. MISCHER, "Toward an integrative science of the person", en *Annu Rev Psychol* 55 (2004) 1-22.
- ⁸⁹ D. KAPOGIANNIS, A. K. BARBEY, M. SU, G. ZAMBONI, F. KRUEGER & J. GRAFMAN, *op. cit.*; A. E. CAVANNA, M. R. TRIMBLE, "The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates", en *Brain* 129 (2006) 564-583.
- ⁹⁰ U. SCHJOEDT, H. STODKILDE-JORGENSEN, A. W. GEERTZ, A. ROEPSTORFF, "Highly religious participants recruit areas of social cognition in personal prayer", en *Soc Cogn Affect Neurosci* 4 (2009) 199-207.
- ⁹¹ A. E. CAVANNA, M. R. TRIMBLE, *op. cit.*; B. M. LUNDSTROM, M. INGVAR, K. M. PETERSSON, "The role of precuneus and left inferior frontal cortex during source memory episodic retrieval", en *Neuroimage* 27 (2005) 824-834.
- ⁹² S. G. SHAMAY-TSOORY, J. AHARON-PERETZ, D. PERRY, "Two systems for empathy: a double dissociation between emotional and cognitive empathy in inferior frontal gyrus versus ventromedial prefrontal lesions", en *Brain* 132 (2009) 617-627.
- ⁹³ A. R. HARIRI, V. S. MATTAY, A. TESSITORE, F. FERA, D. R. WEINBERGER, "Neocortical modulation of the amygdala response to fearful stimuli", en *Biol Psychiatry* 53 (2003) 494-501.

relacionamos con nuestro prójimo⁹⁴. La evolución de áreas que propiciaron la comprensión y empatía (áreas BA 7, 11 y 21) podrían haber permitido una relación con un agente sobrenatural (Dios), basada en la cercanía y no en el miedo.

RED FRONTO-PARIETO-TEMPORAL Y AUTOTRASCENDENCIA

La activación neural de una amplia red fronto-parieto-temporal se encuentra en la base de las experiencias espirituales, concluyeron Cosimo Urgesi, Salvatore M. Aglioti, Miran Skrap y Franco Fabbro en un trabajo clásico, aparecido en 2010⁹⁵. El procedimiento del equipo italiano resaltó el papel crucial desempeñado por el córtex parietal posterior en la determinación de los perfiles de autotranscendencia. La autotranscendencia constituye un rasgo estable de la personalidad que mide la predisposición hacia los sentimientos, pensamientos y comportamientos religiosos.

La autotranscendencia refleja la tendencia persistente a ir más allá de las representaciones sensoriomotoras, contingentes, e identificar el yo como una parte integrante del universo. Se ha demostrado que existe una correlación entre la autotranscendencia y la densidad de materia gris en redes corticales de las que forman parte los lóbulos frontal, temporal y parietal⁹⁶. La comparación entre una personalidad anterior a la neurocirugía y la misma después de la cirugía, junto con técnicas avanzadas de cartografía de lesiones cerebrales, permitió descubrir que una lesión selectiva de las regiones parietales posteriores inferiores, derecha e izquierda, inducía un aumento específico de autotranscendencia. Las lesiones cerebrales pueden inducir modulaciones específicas y rápidas de la autotranscendencia. En concreto, la lesión del córtex parietal posterior izquierdo y el derecho potencia la autotranscendencia. La resección de tumores (gliomas) localizados en el área cuya actividad determina cómo percibimos nuestro cuerpo en sus relaciones espaciales con el mundo exterior (el lóbulo parietal inferior izquierdo y el giro angular derecho) provoca una sensación de paz interior y de apertura del universo. Caracterizan al estado de autotranscendencia la reducción del sentido del yo, la tendencia a sentirse parte integrante de un todo y una mayor creencia en fenómenos inexplicables de entidad espiritual.

En 2008, las creencias religiosas se habían asociado ya con cambios en la activación neural del córtex dorsal y ventromedial durante el proceso de autotranscendencia. En particular, la actividad neural del córtex prefrontal ventromedial en los participantes cristianos no diferenciaban entre el yo y los

⁹⁴ M. E. McCULLOUGH, B. L. B. WILLOUGHBY, *op. cit.*; P. McNAMARA, *op. cit.*

⁹⁵ C. URGESI, S. M. AGLIOTI, M. SKRAP & F. FABBRO, "The Spiritual Brain: Selective Cortical Lesions Modulate Human Self-Transcendence", en *Neuron* 65 (2010) 309-319.

⁹⁶ V. KAASINEN, R. P. MAGUIRE, T. KURKI, A. BRÜCK & J. O. RINNE, "Mapping brain structure and personality in late adulthood", en *Neuroimage* 24 (2005) 315-322.

juicios relacionados con los demás de los rasgos de personalidad⁹⁷. Además, las personas creyentes, comparadas con los no creyentes, evidenciaban una menor activación del córtex cingulado anterior, una región implicada en el seguimiento de los logros del yo⁹⁸.

Si, en genética, los estudios sobre gemelos habían mostrado que los efectos aditivos repercutían sobre la autotrascendencia, con una heredabilidad estimada de 0.37 para los varones y de 0.41 para las mujeres⁹⁹, en neurociencia de sistemas se descubrirían más tarde correlaciones entre autotrascendencia y actividad metabólica¹⁰⁰, o entre autotrascendencia y densidad de materia gris¹⁰¹ en redes corticales que implican los lóbulos parietales, frontales y temporales. La neurociencia molecular ha evidenciado una vinculación de los perfiles de autotrascendencia con el funcionamiento del sistema serotoninérgico y podrían venir determinados, en parte, por variaciones genéticas¹⁰². Tales perfiles aparecen alterados en pacientes con esquizofrenia¹⁰³ y trastornos de la personalidad¹⁰⁴.

Por fin, los estudios electrofisiológicos y de neuroimagen de personas creyentes (monjas católicas y monjes budistas), expertas en diferentes formas de meditación, indican que los cambios fenomenológicos e introspectivos indicados corren paralelos a cambios neurales en una red cortical que comprende la corteza prefrontal y cingulado, áreas temporales y parietales y regiones subcorticales. Diríase que el cerebro entero participa en el fenómeno religioso¹⁰⁵.

⁹⁷ S. HAN, L. MAO, X. GU, Y. ZHU, J. GE & Y. MA, "Neural consequences of religious belief on self-referential processing", en *Soc Neurosci* 3 (2008) 1-15.

⁹⁸ M. INZLICHT, I. MCGREGOR, J. B. HIRSH & K. NASH, *op. cit.*

⁹⁹ K. M. KIRK, L. J. EAVES & N. G. MARTIN, "Self-transcendence as a measure of spirituality in a sample of older Australian twins", en *Twin Res* 2 (1999) 81-87.

¹⁰⁰ R. M. TURNER, I. L. HUDSON, P. H. BUTLER & P. R. JOYCE, "Brain function and personality in normal males: a SPECT study using statistical parametric mapping", en *Neuroimage* 19 (2003) 1145-1162.

¹⁰¹ V. KAASINEN, R. P. MAGUIRE, T. KURKI, A. BRÜCK & J. O. RINNE, *op. cit.*

¹⁰² K. W. NILSSON, M. DAMBERG, J. OHRVIK, J. LEPPERT, L. LINDSTROM, H. ANCKARSATER & L. ORELAND, "Genes encoding for AP-2 beta and the serotonin transporter are associated with the personality character spiritual acceptance", en *Neurosci Lett* 411 (2007) 233-237.

¹⁰³ H. BOEKER, M. KLEISER, D. LEHMAN, L. JAENKE, B. BOGERTS & G. NORTHOFF, "Executive dysfunction, self, and ego pathology in schizophrenia: an exploratory study of neuropsychology and personality", en *Compar Psychiatry* 47 (2006) 2-19.

¹⁰⁴ D. M. SVRAKIC, S. DRAGANIC, K. HILL, C. BAYON, T. R. PRZYBECK & C. R. CLONINGER, "Temperament, character, and personality disorders: etiologic, diagnostic, treatment issues", en *Act Psychiatr Scand* 106 (2002) 189-195.

¹⁰⁵ N. P. AZARI, J. NICKEL, G. WUNDERLICH, M. NIEDEGGEN, H. HEFTER, L. TELLMANN, H. HERZOG, P. STOERIC, D. BIRNBACHER & R. J. SEITZ, *op. cit.*, M. BEAUREGARD & V. PAQUETTE, *op. cit.*; J. A. BREFCZYNSKI-LEWIS, A. LUTZ, H. S. SCHAEFER, D. B. LEVINSON & R. J. DAVIDSON, "Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners", en *Proc Natl Acad Sci USA* 104 (2007) 11483-11488; R. CAHN, J. POLICH, *op. cit.*; S. W. LAZAR, G. BUSH, R. L. GOLLUB et al., *op. cit.*; A. B. NEWBERG & J. IVERSEN, "The neural basis of the complex mental task of meditation: neurotransmitter and neurochemical considerations", en *Med Hypotheses* 61 (2003) 282-291.

CODA GENÉTICA

Para descubrir las causas próximas de funciones cognitivas complejas, que, a su vez, puedan ilustrar nuevas explicaciones evolutivas, se acostumbra vincular la variabilidad fenotípica (conducta) con la variabilidad estructural o funcional. Ocurre, por ejemplo, cuando se trata de las causas próximas de la memoria emocional¹⁰⁶ o el reconocimiento de rostros¹⁰⁷. La religión parece idónea para una aproximación así, pues varía de un individuo a otro, un hecho que cabe atribuir a factores ambientales y a factores genéticos¹⁰⁸. Además, cuando un carácter es universal, y la religión se da en todas las culturas, se impone una explicación genética¹⁰⁹, evolutiva, sobre su incidencia en la supervivencia y el éxito reproductor¹¹⁰. Esa universalidad no entra en contradicción con la variabilidad cultural de cada comunidad creyente. Ni implica que todos los conceptos asociados a la religión sean universales. Unas religiones prescriben la monogamia, otras la poligamia y otras la poliandria. ¿Habría que inferir, entonces, que los sistemas de apareamiento no constituyen estrategias adquiridas en el curso de la evolución? En absoluto: en los humanos y otros animales las variaciones en los sistemas de apareamiento guardan relación con su adaptación y supervivencia.

- ¹⁰⁶ D. J. DE QUERVAIN, K. HENKE, A. AERNI, D. COLUCCIA, M. A. WOLLMER et al., "A functional genetic variation of the 5-HT2a receptor affects human memory", en *Nat Neurosci* 6 (2003) 1141-1142d; D. J. DE QUERVAIN, I. T. KOLASSA, V. ERTL, P. L. ONYUT, F. NEUNER et al., "A deletion variant of the alpha2b-adrenoceptor is related to emotional memory in Europeans and Africans", en *Nat Neurosci* 10 (2007) 1137-1139; A. PAPASSOTIROPOULOS, D. A. STEPHAN, M. J. HUENTELMAN, F. J. HOERNDLI, D. W. CRAIG et al., "Common Kibra alleles are associated with human memory performance", en *Science* 314 (2006) 475-478; D. J. DE QUERVAIN, A. PAPASSOTIROPOULOS "Identification of a genetic cluster influencing memory performance and hippocampal activity in humans", en *Proc Natl Acad Sci USA* 103 (2006) 4270-4274.
- ¹⁰⁷ I. KENNERKNECHT, N. Y. HO, V. C. N. WONG, "Prevalence of Hereditary Prosopagnosia (HPA) in Hong Kong Chinese Population", en *American Journal of Medical Genetics, Part A* 146A (2008) 2863-2870; J. VAN DEN STOCK, W. A. VAN DEN RIET, R. RIGHART, B. DE GELDER, "Neural correlates of perceiving emotional faces and bodies in developmental prosopagnosia: an event-related fMRI-study", en *PLoS ONE* 3 (2008): e3195.
- ¹⁰⁸ T. J. BOUCHARD JR, M. MCGUE, D. LYKKEN, A. TELLEGEN, "Intrinsic and extrinsic religiousness: genetic and environmental influences and personality correlates", en *Twin Res* 2 (1999) 88-98; L. B. KOENIG, M. MCGUE, R. F. KRUEGER, T. J. BOUCHARD JR., "Genetic and environmental influences on religiousness: findings for retrospective and current religiousness ratings", en *J Pers* 73 (2005) 471-488.
- ¹⁰⁹ M. E. MCCULLOUGH, B. L. B. WILLOUGHBY, *op. cit.*; L. B. KOENIG, M. MCGUE, R. F. KRUEGER, T. J. BOUCHARD JR., "Examining the relationship between religiousness and prosocial and antisocial behavior: Genetic versus environmental mediation", en *Behavior Genetics* 33 (2003) 708-709; L. B. KOENIG, M. MCGUE, R. F. KRUEGER, T. J. BOUCHARD JR., "Religiousness, antisocial behavior, and altruism: Genetic and environmental mediation", en *Journal of Personality* 75 (2007) 265-290.
- ¹¹⁰ S. ATRAN & A. NORENZAYAN, "Religion's evolutionary landscape: Counterintuition, commitment, compassion, communion", en *Behavioral & Brain Sciences* 27 (2004) 713-770; T. TREMLIN, *Minds and gods: The cognitive foundations of religion*, New York, Oxford University Press, 2006.

La genética podría contribuir hasta en un 50 por ciento en la variación individual de la religiosidad¹¹¹. En los estudios genéticos, el recurso a las comparaciones gemelares resulta obligado¹¹². Lindon Eaves¹¹³ comparó las creencias y prácticas religiosas de gemelos univitelinos y fraternos. Los gemelos univitelinos, que comparten el 100 por ciento de la herencia genética, guardan entre sí un mayor parecido en sus experiencias religiosas que los gemelos fraternos (que comparte sólo el 50 por ciento de sus genes). Para resolver si la religión era un carácter congénito o adquirido (cultural, social), Thomas Bouchard y Laura Koenig compararon, en pares de gemelos, inteligencia, musicalidad y religiosidad. Investigaron si los caracteres de gemelos univitelinos criados en familias distintas guardaban una semejanza por encima de la media. Y obtuvieron que lo mismo en las capacidades cognitivas y musicales que en la religiosidad había un componente genético notable, entre el 40 y el 60 por ciento¹¹⁴.

Sobre la base de estudios gemelares hay razones para creer que la experiencia y la conducta religiosa tienen una base biológica, en que la religiosidad aparece influenciada por la herencia hasta cierto punto, lo mismo que la inteligencia¹¹⁵. K. W. Nilsson y otros¹¹⁶ estudiaron el efecto del polimorfismo de los genes 5-HTTLP, transportador de serotonina, y del polimorfismo del intrón 2 del gen del factor de transcripción AP-2beta en los procesos neurales implicados en la formación de los rasgos del temperamento y del carácter, de acuerdo con el TCI de Cloninger. (El inventario TCI [Temperament and Carácter Inventory] de Cloninger, en honor de su inventor C. Robert

¹¹¹ T. J. BOUCHARD Jr, D. LYKKEN, M. MCGUE, N. L. SEGAL, A. TELLEGEN, "Sources of human psychological differences: the Minnesota Study of Twins Reared Apart", en *Science* 250 (1990) 223-8.

¹¹² B. M. D'ONOFRIO, L. J. EAVES, L. MURRELLE, H. H. MAES & B. SPIKA, "Understanding biological and social influences on religious affiliation, attitudes, and behaviors: A behavior genetic perspective", en *Journal of Personality*. 67 (1999) 953-984. L. J. EAVES, N. G. MARTIN & A. C. HEATH, "Religious affiliation in twins and their parents. Testing model of cultural inheritance", en *Behavioral Genetics* 20 (1990) 1-22; N. G. WALLER, B. A. KOJETIN, T. J. BOUCHARD, D. T. LYKKEN & A. TELELGELN, "Genetic and environmental influence on religious interests, attitudes, and values", en *Psychological Science* 1 (1990) 138-142.

¹¹³ L. EAVES, "Genetic and Social Influences on Religion and Values", en Malcolm Jeeves (ed.), *From Cells to Souls –and Beyond: Changing Portraits of Human Nature*, Grand Rapids, MI, Eerdmans, 2004.

¹¹⁴ L. B. KOENIG & T. J. BOUCHARD, Jr., "Genetic and environmental influences on the Traditional Moral Values Triad –Authoritarianism, Conservation and Religiousness—as assessed by quantitative behavior genetic methods", en P. MCNAMARA, *Where God and Science Meet. Evolution, Genes, and the Religious Brain*, Westport, Praeger, 2006, Vol.1.

¹¹⁵ B. M. D'ONOFRIO, L. J. EAVES, L. MURRELLE, H. H. MAES & B. SPIKA, *op. cit.*; L. J. EAVES, N. G. MARTIN & A. C. HEATH, *op. cit.*; N. G. WALLER, B. A. KOJETIN, T. J. BOUCHARD, D. T. LYKKEN & A. TELELGELN, "Genetic and environmental influence on religious interests, attitudes, and values", en *Psychological Science* 1 (1990) 138-142.

¹¹⁶ K. W. NILSSON, M. DAMBERG, J. OHRVIK, J. LEPPERT, L. LINDSTRÖM, H. ANCKARSÄTER & L. ORELAND, "Genes encoding for AP-2beta and the serotonin transporter are associated with the personality character spiritual acceptance", en *Neurosci Lett*. 411 (2007) 233-237.

Cloninger, se utiliza para la investigación de rasgos del temperamento y del carácter.)

Los genes que codifican la AP-2beta y el transportador de la serotonina se asocian con la aceptación de lo espiritual. Los individuos con genotipo AP-2beta corto mostraban acentuado el carácter de personalidad denominado auto-trascendencia y su subescala “aceptación espiritual”¹¹⁷.

Con anterioridad y, aplicando el inventario de Cloninger, había quedado clara la vinculación entre el gen DRD4 y la inclinación religiosa. De acuerdo con los resultados, el gen DRD4 intervendría en la aceptación de lo espiritual, ligada a una alta concentración del receptor de dopamina D4 en el córtex frontal¹¹⁸. Mediante análisis de datos relativos a gemelos univitelinos, recogidos por el *National Survey of Midlife Development* de los Estados Unidos (MIDUS), Matt Bradshaw y Christopher G. Ellison ratificaron en 2008 el condicionamiento genético de la religión¹¹⁹. Pusieron de manifiesto que la variación individual mostrada en diversos aspectos la vida religiosa (compromiso en la organización, religiosidad personal y otros) resultaban de influencias genéticas y ambientales. En concreto, los factores genéticos explicarían del 19 al 65% de la variación entre individuos, mientras que las influencias ambientales darían cuenta del 35-81% restante, dependiendo del aspecto de la religión sometido a investigación.

De otra interesante investigación gemelar se dedujo¹²⁰ que determinadas características que se suponen exclusivamente culturales (empatía, altruismo, sentido de la equidad, amor, confianza, etcétera) se hallan, al menos en parte, inscritas en las redes cerebrales. En los últimos años se han ido identificando genes que intervienen en el cerebro social, que interviene en el dominio de la religión. Genes tales como el receptor de arginina vasopresina y el receptor de la oxitocina contribuyen a la conducta social en un amplio rango de especies, desde los topillos hasta los humanos. Otros genes polimórficos –así los que codifican las vías de recompensa de la dopamina, la regulación serotoninérgica de las emociones o las hormonas sexuales– permiten elaborar ulteriores conductas sociales. A propósito de éstas, parece obvio que la asis-

¹¹⁷ Desde el punto de vista bioquímico, la AP-2beta es miembro de la familia de factores de transcripción AP-2. Las proteínas AP-2 forman homodímeros y heterodímeros con otros miembros de la familia AP-2 y se enlazan a secuencias específicas de ADN. Estimulan la proliferación celular y suprimen la diferenciación terminal de tipos celulares específicos durante el desarrollo embrionario. La proteína funciona como un activador o como un represor de la transcripción.

¹¹⁸ D. E. COMINGS, N. GONZALES, G. SAUCIER, J. P. JOHNSON and J. P. MACMURRAY, “The DRD4 gene and the spiritual transcendence scale of the character temperament index”, en *Psychiatr Genet.* 10 (2000) 185-189.

¹¹⁹ M. BRADSHAW, C. E. ELLISON, “Do Genetic Factors Influence Religious Life? Findings from a Behavior Genetic Analysis of Twin Siblings”, en *Journal for the Scientific Study of Religion* 47 (2008) 529-544.

¹²⁰ Richard P. EBSTEIN, Israel SALOMON, Hong Chew SOO, Zhong SONGFA & Knafo ARIEL, “Genetics of Human Social Behavior”, en *Neuron* 65, n. 6 (2010) 831-844. doi:10.1016/j.neuron.2010.02.020.

tencia a la iglesia, un comportamiento fácil de definir, pudiera interpretarse como una manifestación de religiosidad¹²¹. De hecho, la asistencia a la iglesia pertenece a la dimensión social de la religiosidad. En coherencia con ello, hay quien opina que el sentido de grupo, y no la religiosidad, podría explicar la heredabilidad de la asistencia a la iglesia¹²².

CONCLUSIÓN

La neurociencia busca las raíces biológicas de las funciones superiores: la inteligencia, la memoria, el poder de decisión libre, la moral o las emociones. Se vale para ello de sus herramientas propias, que van desde la anatomía a la genética, pasando por la fisiología y técnicas de neuroimagen. Puesto que hablar de biología es hablar de evolución importa el decurso seguido por las estructuras cerebrales en la adquisición de estructuras y circuitos que presten soporte a tales facultades. El pensamiento religioso y la conducta religiosa se cuentan entre las adquisiciones del cerebro genuinamente humano. Lo mismo que otras características definidoras del hombre, también éstas presentan una impronta particularmente grupal, social.

¹²¹ K. S. KENDLER, X. Q. LIU, C. O. GARDNER, M. E. McCULLOUGH, D. LARSON, C. A. PRESCOTT, "Dimensions of religiosity and their relationship to lifetime psychiatric and substance use disorders", en *Am J Psychiatry* 160 (2003) 496-503.

¹²² K. S. KENDLER, J. MYERS, "A developmental twin study of church attendance and alcohol and nicotine consumption: a model for analyzing the changing impact of genes and environment", en *Am J Psychiatry* 166 (2009) 1150-1155.

