

FRANCISCO MORA

Neurocultura

UNA CULTURA BASADA EN EL CEREBRO

Alianza Editorial

Francisco Mora

NEUROCULTURA

UNA CULTURA BASADA EN EL CEREBRO

Alianza Editorial

Índice

Prólogo

Introducción. ¿Hacia una nueva cultura?

- ¿Qué es cultura?
- Barreras doradas
- ¿Qué es neurocultura?
- Disciplinas «neuro»
- Algunas preguntas
- El cerebro de los niños japoneses
- ¿Un nuevo ciclo de cultura?

Capítulo 1. Neurociencia y humanidades

- Frío, caliente y humano
- Neuronas, valores y normas
- Ciencia y humanismo
- Volvamos a la neurociencia
- Algunas leyes del cerebro
- Un árbol universal
- Desterrando sombras de magia y misterio

Capítulo 2. Neurofilosofía

- Introduciendo la neurofilosofía
- Pero, ¿qué es la neurofilosofía?
- Neurofilosofía: mirando hacia atrás
- Neurofilosofía: mirando hacia delante
- El suntuoso y magnífico enigma
- Cerebro y concepción religiosa
- Neuroteología
- Resumiendo con David Hume

Capítulo 3. Neuroética

- Antropoides éticos
- ¿Qué es neuroética?
- Levantando el vuelo
- Vitaminas para el cerebro
- La neurociencia de la ética
- Ubicando las piezas del puzle
- Emociones y sentimientos morales

¿Qué decisión tomaría usted?
Mirando a los códigos del cerebro
Haciendo resumen

Capítulo 4. Neurosociología

¿Qué es neurosociología?
Sociedad y complejidad
La cara triste de un niño
Intuyendo lo que otros piensan
Pensando mal de ti
Una sociedad de 130 individuos
Imágenes, decodificación y muchas preguntas
Neurociencia y derecho
Y más sobre neurociencia y derecho
Neurocientíficos, reglas y juristas
Intimidad y justicia

Capítulo 5. Neuroeconomía

Predicciones, intuiciones, decisiones y matemáticas
¿Qué es la neuroeconomía?
El ser humano racional
Limitando la racionalidad
Sistemas de medida y decisiones
Placeres y dolores
Pero ¿cómo puede la neurociencia ayudar a la economía?
Elegiendo entre dos posibilidades
Riesgo e incertidumbre
La paradoja de San Petersburgo
Fobias, miedos y juegos arriesgados
El equilibrio de Nash
El juego del ultimátum
Jugando y prediciendo resultados
La hormona de la confianza
Empresarios y minorías
Valores, elecciones y un final

Capítulo 6. Neuroarte

Misterioso y luminoso
Arte y belleza
Pero, ¿qué es neuroarte?
Arte, contemplación y placer
Genialidad y creatividad

Creatividad y locura
Mirando hacia atrás y hacia delante
Tres atributos del arte
Leyes de la expresión artística
Detectando gacelas simétricas
Neuronas, arte y simetría
Notre Dame y la Última cena de Da Vinci
Neuroarquitectura. Espacios por fuera, espacios por dentro
La inaudible música del Universo

Epilogo. Mirando al futuro con incertidumbre

Eros, tánatos y códigos
Profecías y profetas
Neuronas simples y neuronas complejas
El cerebro, una máquina causal
¿Robotizando al ser humano?
Una lengua y una ética universales
¿Hacia dónde va la humanidad?

Glosario

Bibliografía

Créditos

Para Cristina Castrillo y Valeria Ciompi. Por su amistad y confianza. Y
por su magnífica labor editorial.

Los hombres deberían saber que sólo del cerebro, y del cerebro solo, nacen el placer y la alegría y también las penas, tristezas y llantos.

HIPÓCRATES DE COS (siglo V a.C.)

La ciencia ya no es un tema exclusivo de los científicos sino que se ha convertido en una parte integral de la vida moderna y la cultura contemporánea. Dada su implicación en el bienestar individual y social, la comunidad científica de hoy está de acuerdo en que en el siglo XXI la biología de la mente será un fenómeno análogo al de la biología del gen en el siglo XX.

Erik R. KANDEL (2006), *In search of memory. The emergence of a new Science of mind*

PRÓLOGO

En el verano de 2006 participé en un curso en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo en Santander y, durante una de las cenas en el Palacio de la Magdalena, tuve la oportunidad de compartir mesa con dos prestigiosos pensadores españoles representantes del mundo de las Humanidades, en concreto de la filosofía y la religión. Ambos manifestaron un casi total alejamiento del mundo de la ciencia, en particular del mundo del cerebro. Decía uno de ellos: «Yo pienso yo y siento yo, lo que no quiere decir que no lo haga mi cerebro. Pero el mundo del cerebro, aun como tú dices, siendo lo que elabora mi pensamiento, está todavía muy lejos de significar algo en mi propio pensar. Sin embargo, no dejo de ver que en los últimos tiempos se habla mucho de ello y me interesa bastante». Está claro que éste es un buen ejemplo del divorcio que existe entre ciencia y Humanidades. De esta realidad, en parte, trata este libro.

Este libro reúne un conjunto de breves reflexiones sobre toda una serie de acontecimientos intelectuales acaecidos en los últimos años acerca de la convergencia entre neurociencia y filosofía, ética, sociología, economía y arte. Es un libro, además, que aun cuando aparentemente pretencioso en su título, *Neurocultura*, en realidad no lo es, pues sólo alcanza a ofrecer una perspectiva de futuro acerca del pensamiento más actual en el que convergen esos dos grandes universos del conocimiento que son la Ciencia y las Humanidades. Convergencia que parece augurar el nacimiento de una mirada diferente al mundo y a nuestra manera cotidiana de pensar sobre nosotros mismos y los demás.

Puede pecar de inmodestia la referencia a mis libros anteriores, pero creo que éstos aportan (al menos uno en especial, *El reloj de la sabiduría*) algunas ideas que resultan muy útiles para seguir los contenidos de éste. Ideas que van desde la evolución del cerebro hasta su ontogenia y posterior desarrollo (fuera del claustro materno) en constante interacción con el medio ambiente, físico, emocional y social. Y desde luego a la interacción con esa infinidad de vicisitudes sociales y acontecimientos varios, entre ellos las propias patologías del cerebro, en su mayor parte desconocidas.

El contenido de *Neurocultura* será controvertido para muchos. En particular, algunas de sus materias no son bien recibidas (ni siquiera los términos *neuro* lo son) en algunos escenarios intelectuales, sobre todo en aquellos en los que se sigue hablando de la excelsitud del espíritu humano. En otros foros, por el contrario, se sigue con enorme interés y entusiasmo intelectual cómo la neurociencia, y en particular la neurociencia cognitiva, está cambiando el nuevo modo con que se cuestionan los conceptos filosóficos más enraizados y profundos acerca de quiénes somos.

La tesis central de *Neurocultura* es que todo pensamiento y conducta humana residen en el funcionamiento del cerebro y que este funcionamiento se debe a códigos que el

cerebro ha ido adquiriendo a lo largo de su historia evolutiva y genética. De ello se deduce que el conocimiento de estos códigos debe influir en cómo interpretamos el mundo y todo lo que hay en él. Particularmente, nuestro mundo humano; lo que quiere decir, valores y normas éticas y sociales y con ello los conceptos más elevados que seguimos y respetamos para poder mantener una sociedad civilizada. ¿Cómo no van a ser de relevancia los procesos cerebrales sobre la base de los cuales se toman las decisiones, sean éstas, correctas o incorrectas, justas o injustas, sanas o enfermas?

Algo que todo el mundo reconoce —los neurocientíficos, los primeros— es que la neurociencia, aun con sus enormes avances, es una ciencia que está en su infancia y que no ha alcanzado a conocer en su intimidad cómo funciona el cerebro. Baste un ejemplo. Hasta hace apenas unos días se pensaba que el significado emocional de las percepciones de un objeto (bueno o malo) no se adquiría en el cerebro hasta tanto la información de ese objeto completamente estructurado en su forma, color, movimiento, etc., no entraba al cerebro emocional o límbico. Sin embargo, hace muy poco, se han encontrado neuronas visuales que son moduladas por estímulos que señalan recompensa, en una etapa anterior a la entrada de información en ese sistema emocional. De nuevo, esto nos conduce a lo que sucesivamente ocurre en toda ciencia; es decir, un cambio y recambio constante de las hipótesis con las que construimos los edificios sólidos de nuestro conocimiento.

Me apresuro a señalar que este libro está escrito con la idea explícita de que cada capítulo relativo a las disciplinas correspondientes fuese, en la medida de lo posible, autosuficiente de contenido. Ése ha sido un esfuerzo consciente. Ello hace que cada capítulo pueda leerse independientemente de los demás. Sin embargo, dada la imbricación de contenidos en todas las disciplinas tratadas, es posible que haya alguna reiteración de conceptos e ideas. Es inevitable. Por eso pido al sufrido lector que sea magnánimo en su crítica si tiene el interés y la paciencia suficiente como para leer el libro en su totalidad.

Las páginas que siguen nunca hubiesen podido ser escritas sin múltiples consultas. Tantas, que de hacer un esfuerzo en recordar nombres propios y agradecimientos, éstos excederían con mucho los límites permitidos. No lo voy a hacer. Sí es verdad que todo ello ha tenido un filtro crítico último en una persona con la que he consumido largas horas de diálogo y discusión. Me refiero a Juan S. Mora. A él dejo expreso aquí mi sincero agradecimiento por sus críticas, a veces duras, en los primeros borradores del libro. Sin embargo, me apresuro a aclarar que nada puede reprochársele a él de los muchos errores que pueda contener el libro, sino a mí y a mi reconocida testarudez intelectual. Y también mi agradecimiento expreso a Ana María Sanguinetti. Su labor paciente e incansable, siempre inteligente y crítica, ha hecho, una vez más, que este libro vea la luz.

INTRODUCCIÓN

¿HACIA UNA NUEVA CULTURA?

Toda actividad humana es en último término un producto de la organización de nuestros cerebros y sujetos a sus leyes. Por eso espero que la neuroestética, el neuroarte, se amplíe y pueda aplicarse a otros temas, tales como las bases neurales de las creencias religiosas, la moralidad y jurisprudencia, todo ello de fundamental importancia en la búsqueda del hombre para entenderse a sí mismo. Todas ellas desempeñan un papel crítico en nuestras vidas y están en el corazón de nuestra civilización. Me quedaría muy sorprendido si tal comprensión del mundo no modifica radicalmente nuestra visión de nosotros mismos y de nuestras sociedades.

Semir ZEKI, *Artistic Creativity and the Brain*

La ciencia no es ni una filosofía ni un sistema de creencias. Es una combinación de operaciones mentales que ha conformado, y cada vez más, el hábito de la gente educada, una cultura de iluminación que ha dado con la manera más efectiva, nunca antes concebida, de aprendizaje acerca del mundo real.

Edward O. WILSON, *Consilience*

¿Qué es cultura?

¿Qué es ese abstracto gigantesco, esa extraña carpa que cubre a los seres humanos y que llamamos cultura? Yo creo que sin entrar en muchas disquisiciones académicas, una gran mayoría de pensadores señalaría como cultura ese complejo marco que incluye conocimientos, creencias, arte, moral, derecho, costumbres y cualquier otra capacidad y hábito adquirido por el ser humano en tanto que miembro de una determinada sociedad y transmitido de generación en generación. Es cierto, sin embargo, que el concepto de cultura tiene, y no podía ser de otra forma, muchas y variadas consideraciones. Me permito ofrecer aquí tres aproximaciones diferentes a lo que significa cultura. Las tres mantienen un centro unitario al que se añaden matices propios que son enriquecedores. Para Wilson, por ejemplo:

La cultura es ese organismo que posee vida en sí misma, crece y se extiende como la pólvora y ha adquirido propiedades emergentes que ya no tienen conexión con la genética o con los procesos psicológicos que lo iniciaron. La verdad indiscutible es que cada sociedad crea cultura y, a su vez, es creada por ella. A través de una constante repetición, decorados, intercambio de regalos, compartir alimentos y bebidas, música, y creación de historias, la vida comunal simbólica de la mente adquiere una forma determinada, unificando el grupo en un mundo de ensoñación que controla la realidad externa en la cual el grupo confía, tanto si es en el bosque, tierra de pasto, desierto, los polos, o la ciudad, hilando con todo ello ese tejido de consenso moral y rituales que une a cada

miembro de la tribu a un destino común.

Para M. Harris, cultura es

el conjunto aprendido de tradiciones y estilos de vida, socialmente adquiridos, de los miembros de una sociedad, incluyendo sus modos pautados y repetitivos de pensar, sentir y actuar.

Esta definición la ejemplifica Harris de modo muy simple cuando señala que

los niños chinos usan palillos en lugar de tenedores, hablan una lengua tonal y aborrecen la leche porque han sido endoculturalizados en la cultura china en vez de en la de los Estados Unidos.

Y, por último, desde la sociología, Giddens señala:

El concepto de cultura es uno de los más utilizados en sociología. Cuando pensamos en el término cultura en la conversación diaria corriente, solemos considerar que equivale a «los aspectos mentales más elevados» como el arte, la literatura, la música y la pintura. Tal como lo emplean los sociólogos, incluye tales actividades, pero también otras. La cultura tiene que ver con las formas de vida de los miembros de una sociedad o de sus grupos. Incluye el modo de vestir, las costumbres matrimoniales y la vida familiar, las pautas laborales, las ceremonias religiosas y la forma de emplear el tiempo libre. Ninguna cultura podría existir sin sociedad. Pero tampoco puede haber una sociedad sin cultura. Sin ella no seríamos en absoluto «humanos», en el sentido en que normalmente entendemos este término. No tendríamos una lengua en la que expresarnos ni conciencia de nosotros mismos y nuestra habilidad para pensar y razonar se vería considerablemente limitada. La cultura de una sociedad se compone tanto de aspectos intangibles —creencias, ideas y valores que le dan contenido— como tangibles: objetos, símbolos o tecnologías que representan ese contenido.

De todas estas aproximaciones y de muchos otros pensamientos y consideraciones que se han dado sobre cultura vendría bien, como resumen final, hacer una síntesis en un solo marco de clara definición conceptual. Esta labor, de alguna manera hercúlea, ya ha sido hecha por Kroeber y Kluckhohn en 1952. Estos autores fundieron 164 definiciones anteriores de cultura en una sola que dice lo siguiente:

La cultura es un producto, es histórico, incluye ideas, patrones y valores, es selectiva, es aprendida, está basada en símbolos y es una abstracción de la conducta y de los productos de la conducta.

Barreras doradas

Con todo, es evidente que las culturas no nacen de pronto como producto de un acuerdo intencionado o consciente llevado a cabo por un grupo de seres humanos. Nadie ha decidido nunca, de modo consciente, crear una cultura. Las culturas son un *continuum* (*omnis cultura ex cultura*), productos sucesivos creados por grupos de seres humanos que han obedecido primero a las reglas impuestas por sus genes y luego con ellas y el desarrollo de su conducta, a la obediencia más sagrada, que es aquella que persigue salvaguardar la supervivencia del individuo y de la especie. Tampoco en su origen las culturas arrancaron sin un antes y un después. Podría quizá pensarse que las primeras culturas nacieron con el origen «más humano» del hombre, aquel que apareció hace unos «100.000 años», tiempo en el que, al parecer, cuajó casi definitivamente el proceso evolutivo del cerebro humano y con él se fraguó la argamasa principal de cualquier cultura: el lenguaje. Pero parece que no fue así. La cultura ni siquiera ha tenido sus orígenes en los más inmediatos antecesores del hombre, el *Homo habilis* (hace entre 2,5 y 1,8 millones de años) o el *Homo erectus* (1,5 a 0,5 millones de años).

Los antropólogos y los primatólogos defienden hoy evidencias, cada vez más consistentes, de que ya hay atisbos de «cultura» en los primates más próximos al hombre, los antropoides. En ellos, particularmente chimpancés y bonobos, se aprecian trazas claras de una serie de reglas y conductas aprendidas, rudimentarias si se quiere, que se transmiten por aprendizaje de padres a hijos, y otras reglas aprendidas en el conjunto social de la colonia cuya transmisión de unos a otros se premia o castiga. El primatólogo Frans de Waal ha descrito diversos casos que son clarificadores de cuanto he dicho. Por ejemplo, en la colonia de chimpancés en la que este antropólogo trabaja, la Yerkes Primate Center, en Atlanta (Georgia), los individuos adultos han aprendido entre ellos que si, en mitad de un juego, un chimpancé muy joven mete uno de sus dedos entre los agujeros de la malla metálica que limita la frontera de su territorio y queda enganchado, no deben agarrarlo y tirar de él para intentar desengancharlo de la red. Los chimpancés conocen las consecuencias nefastas de esta conducta. En vez de ello han experimentado que hay que tener paciencia con el joven inexperto y esperar a que él mismo se desenganche, lo que eventualmente casi siempre ocurre. Los chimpancés adultos han aprendido que también sirve de mucha ayuda colocarse al lado del chimpancé atrapado, introducir uno de sus propios dedos en la red metálica y rotarlo, mostrando así al joven la operación necesaria para sacar el dedo enganchado. Incluso se ha visto a los chimpancés adultos mostrarse agresivos ante el intento, por parte de los cuidadores del centro, de ayudar al chimpancé joven.

Sin duda, estas normas, «sociales», se transmiten de unos individuos a otros. Es más, los chimpancés jóvenes siempre tienden a repetir las conductas que aprenden de sus padres y congéneres sin que por ello reciban recompensas tangibles a cambio (comida). «Esto quiere decir simplemente que el aprendizaje social está socialmente motivado»

(De Waal, 2001). Todo esto nos lleva a pensar que los rudimentos de una cultura primitiva, que claramente distingue lo correcto de lo incorrecto y que se sigue de recompensas o castigos (aplauzo y reconocimiento social), ya existen en nuestros antecesores los primates (Mora, 2001). Incluso parece que los rudimentos de valores y normas específicos de cualquier cultura (si por valores se entiende lo que da significado y orientación a las conductas cuando interactúan en el mundo social y por norma las reglas de esos comportamientos) ya se atisban en los antropoides. Stephen Jay Gould dijo que los seres humanos tenemos esa desafortunada tendencia a crear «barreras doradas» que nos separen del resto de los animales. Una de ellas es, señalaba Gould, la de considerar la cultura como fenómeno propio y únicamente humano. Gould claramente rechazó esta postura ante las múltiples evidencias encontradas en los primates.

Sin embargo, se admite de modo bastante general que en el hombre, y tras el último período de su desenfrenado proceso evolutivo, hubo una explosión que fue el verdadero amanecer de la más primitiva cultura humana. Esto ocurrió con la aparición de las primeras manifestaciones artísticas y religiosas, hace entre 60.000 y 30.000 años. Esta explosión cultural tuvo una larga incubación, más de 50.000 años, pues claramente viene marcada por la aparición del *Homo sapiens*, hace unos 100.000 años y con él la última gran transformación del cerebro. Es interesante saber que esta transformación consistió en un refinamiento de las asimetrías entre los hemisferios izquierdo y derecho y consecuentemente un refinamiento en las especializaciones funcionales de cada mitad del mismo. ¿Pudieron estos cambios en las asimetrías de ambos hemisferios cerebrales y sus nuevas funciones ser clave en ese amanecer de la cultura humana? Sí, es la respuesta, y sin duda, que ello contribuyó a la explosión definitiva de la inteligencia social y del habla.

Y es desde aquí desde donde el hombre, en un acelerado y casi vertiginoso proceso, que ha durado apenas unos cinco mil o seis mil años, ha cambiado, en una sucesión constante, sus culturas a lo largo y ancho del mundo. Y con ellos, con estos cambios, también ha renovado su lectura de los valores y normas que han presidido sus interacciones sociales. En ese proceso de cambio continuo y en el mundo occidental, hemos llegado hasta ahora mismo. La ciencia, que «se ha vuelto una parte fundamental de la vida moderna y de la cultura contemporánea... con amplias implicaciones para el bienestar de las personas y de la misma sociedad» (Kandel, 2006), es ahora protagonista de, tal vez, el inicio de un nuevo ciclo cultural. Nuevo ciclo de cultura basado en una remozada concepción de quiénes somos y en nuevas respuestas a las preguntas sobre qué nos hace ser animales morales. Esta nueva cultura posiblemente presidirá los cambios sociales que se avecinan, esta vez basados en el conocimiento de cómo opera nuestra cerebro, órgano productor de cuanto somos y origen último de cómo nos comportamos.

¿Qué es neurocultura?

¿Nos encontramos, pues, a las puertas de una nueva cultura? ¿Nos encontramos en este comienzo del siglo XXI, y ante la explosión acelerada y constante de la ciencia del cerebro, ante la construcción de una nueva «carpa» cultural? ¿Se puede realmente empezar a hablar de una cultura que basada en los conocimientos que aportan las ciencias del cerebro pueda llegar a conformar un modo nuevo de pensar, de cambiar los estilos de vida, de cambiar el conocimiento y concepciones de la economía y el arte e incluso desafiar las concepciones religiosas establecidas? Zeki ha señalado:

Estoy convencido de que no puede haber una teoría satisfactoria del arte y la belleza que no tenga una base neurobiológica. Toda actividad humana es en último término un producto de la organización de nuestros cerebros y sujetos a sus leyes. Por eso espero que la neuroestética, el neuroarte, se amplíe y pueda aplicarse a otros temas, tales como las bases neurales de las creencias religiosas, la moralidad y jurisprudencia, todo ello de fundamental importancia en la búsqueda del hombre para entenderse a sí mismo. Todas ellas juegan (*sic*) un papel crítico en nuestras vidas y están en el corazón de nuestra civilización. Me quedaría muy sorprendido si tal comprensión del mundo no modifica radicalmente nuestra visión de nosotros mismos y de nuestras sociedades.

Yo comparto enteramente esa reflexión. Y esto realmente sería lo que aquí hemos venido en llamar neurocultura, que en esencia quiere decir una reevaluación lenta de las humanidades o, si se quiere, un reencuentro, esta vez real y crítico, entre ciencias y humanidades. Más concretamente quiere decir un encuentro entre la neurociencia, que es el conjunto de conocimientos sobre cómo funciona el cerebro, obtenido desde las más variadas y diversas disciplinas científicas (básicas y aplicadas) y el producto de ese funcionamiento, que es el pensamiento y conducta humanos. Señalaban Kandel y Mack: «Mientras que las Ciencias y las Humanidades continúen teniendo sus propias y separadas preocupaciones, deberíamos, en las décadas que están por delante de nosotros llegar a darnos cuenta más y más cómo ambas se generan a través de un diseño computacional común: el cerebro humano». De este diseño común nace este nuevo marco de referencia que he señalado.

El epicentro de esta nueva visión que llamamos neurocultura, no nace sólo de la neurociencia como tal (disciplina nueva donde las haya), sino del reconocimiento, una vez más, de que la existencia humana procede de un largo proceso de azar, necesidades y reajustes que han durado millones de años. La neurociencia, a la luz de ese proceso evolutivo, está desentrañando los mecanismos que elaboran el funcionamiento del cerebro y con ello llegando a conocer cómo percibe, y posiblemente «construye» la realidad que nos rodea. Es ahora cuando empezamos a entender que las elaboraciones perceptivas e intelectuales de nuestros cerebros tienen que ver con los códigos ancestrales anclados y escondidos en sus profundidades, generación tras generación. El cerebro es a su vez creador y espejo de todo cuanto sucede. Nada ocurre, ni nada existe

en el mundo humano, que no haya sido filtrado y elaborado por el cerebro. Con esa concepción básica se llega a la conclusión de que el punto de referencia, a partir del cual se crea el verdadero conocimiento, ya no está tanto en los estímulos que percibimos del mundo externo como en los procesos cerebrales, a través de los cuales se elaboran las percepciones de ese mundo. Así, si queremos decodificar las percepciones y los pensamientos y las emociones que mueven las sociedades humanas hay que conocer, necesariamente, los mecanismos a través de los cuales ese órgano, que llamamos cerebro, los produce. Ya lo dijo Cajal, «mientras nuestro cerebro sea un arcano, el Universo, reflejo de su estructura, será también un misterio».

Disciplinas «neuro»

Ha sido en los últimos años del pasado siglo XX y ya en éste, cuando se ha empezado a anteponer la palabra «neuro» a los términos clásicos de cultura, filosofía, ética, sociología, arte, economía o teología y tantos otros. También es cierto que esta nueva «neuro-terminología» no ha sido bien aceptada en muchos ambientes culturales, pues se ha interpretado como *snob*, algo que conlleva simplemente la intención de «crear» nuevas disciplinas académicas. El argumento ha sido que las así llamadas «neuro-disciplinas» no son, como tales, nuevas disciplinas, sino sólo una expansión más de los mismos conocimientos anteriores, con el añadido de una nueva perspectiva, la del funcionamiento del cerebro. Para los miembros de estos foros culturales, la palabra «neuro» no aportará nada que cambie la esencia de la concepción humanística clásica.

Por el contrario, y aun entendiendo que el debate está abierto y promete ser fructífero, muchos científicos y pensadores actuales consideran, en oposición a lo que acabo de señalar, que estos nuevos términos amparan nuevas concepciones y no son simplemente un añadido a lo que antes existía. Por ello, piensan que las neurodisciplinas, sin olvidar ni dejar atrás las concepciones ya consolidadas por las humanidades, dan una nueva constitución a las mismas, al tiempo que introducen en ellas un remoce y una reevaluación. Desde esta perspectiva, enmarcar las disciplinas clásicas con nuevos términos creo que está plenamente justificado. Es más, creo que los nuevos conocimientos adquiridos a partir de la aplicación del método científico ofrecen una base más fundamentada a interpretaciones otrora puramente teóricas y especulativas, y sacan a la luz y corrigen interpretaciones parciales, e incluso erróneas, basadas en la introspección, único método disponible en ese período largo de la humanidad.

Por ejemplo, pienso que la neurofilosofía ha comenzado a tomar un nuevo rumbo dentro de la filosofía, en el que avanza nuevos conocimientos desentronizando concepciones «de la más pura introspección» sobre el yo, el libre albedrío, la responsabilidad, la toma de decisiones y hasta la religión, Dios y la misma ética. ¿Acaso este nuevo cimbrear el árbol filosófico no puede conformar una nueva concepción filosófico-científica más sólida y universal de lo que somos? ¿En qué medida saber,

conocer, que nuestras decisiones son producto de la actividad de circuitos neuronales localizados en ciertas áreas del cerebro y debidas al funcionamiento de códigos ancestrales, a patologías indetectables, a nuestra educación y a nuestro medio ambiente específico y personal, e incluso yendo más allá, a nuestro entorno social y cultural más inmediato (modulando esos códigos cerebrales) va a cambiar o modificar el mundo que conocemos y nuestros sentimientos de «seres libres»? (Neurofilosofía). Y todavía más específicamente, ¿acaso la neurofilosofía en relación con el así llamado problema cerebro-mente no ha llevado a cuestionar que la introspección y el razonamiento puramente filosófico en este problema ha sido muy limitado y que, como señala Churchland, a menos que se vuelva la mirada para ver cómo funciona el cerebro, asiento último de los procesos mentales, esta filosofía pueda volverse simplemente estéril?

Otro ejemplo, la neuroética, que comienza declarando —a la luz de cómo funciona el cerebro y el propio proceso evolutivo— que los valores y los juicios morales derivan sólo de los seres humanos y, por tanto, de su propia biología, y más específicamente de los códigos de funcionamiento del cerebro en interacción constante con los demás seres humanos en el contexto de una determinada cultura. Si los juicios morales son, como parece, altamente dependientes del buen funcionamiento de la corteza prefrontal en conexión con otras áreas corticales de asociación, entonces entender cómo participa esta área del cerebro en la elaboración de estos juicios y qué ingredientes maneja (tanto por los códigos cerebrales heredados como por una información cultural específica) nos debe ayudar a entender, por ejemplo, cómo durante el desarrollo se interiorizan los valores morales y las normas morales y cómo éstas cambian con el cambio de culturas (Anderson *et al.*, 1999; Grattan y Eslinger, 1992; Eslinger *et al.*, 2004). Todo esto debe ayudarnos a desmitificar y liberarnos de errores, creencias y falsas acuñaciones sobre la moralidad.

Igual ocurre con la neurosociología, que nos ayudará a entender, de nuevo, sobre la base del funcionamiento de los códigos más primitivos del cerebro social, nuestras agresiones y violencias y hasta posiblemente alumbrar un nuevo derecho y una nueva jurisprudencia con los que enmarcar los peligros de esa nueva sociedad que se acerca y que determinará nuestro destino como seres humanos. Todo lo expuesto hasta aquí se puede aplicar a la lingüística (neurolingüística), a la economía (neuroeconomía) y a los mecanismos neuronales a través de los cuales se toman decisiones, desde las más íntimas y personales a aquellas que tienen que ver con el futuro de nuestra especie en el planeta, así como a las transacciones monetarias y de mercado (neuromarketing), a la medicina, a la ciencia (neurociencia y neuropsicología), a las artes —la pintura, la música, la literatura, la danza y el teatro, la escultura y la arquitectura (neuroarte y neuroestética)—, la etología (neuroetología) y hasta la religión y la misma concepción de Dios (neuroteología), además de a la educación y la enseñanza (neuropedagogía). ¿En qué medida todo esto va a modificar o cambiar el mundo que conocemos?

Algunas preguntas

A medida que la neurociencia progresa hay una oleada de discusiones y nuevos foros de pensamiento. Sin embargo, todavía hoy no existe un marco intelectual amplio en el que esto aflore y se haga socialmente consciente. Es cierto que en los últimos años van apareciendo escenarios de discusión específica sobre neuroética, neuroeconomía, derecho y cerebro, neuroarte y muy tímidamente sobre neuroteología. También es verdad que mucha gente culta habla ya de ello con cierta expectación. Pero la realidad es que este movimiento sigue todavía casi encerrado en cenáculos intelectuales bastante restringidos.

Sin embargo, que poco a poco algo se mueve en la sociedad actual, lo demuestra el reconocimiento claro de que existe una relación causal entre «el estado funcional del cerebro» y la conducta, cualquier tipo de conducta, y, desde luego y muy específicamente, entre las «alteraciones del estado funcional del cerebro» y las conductas aberrantes y anormales (Mora, 2004). Esto ya está teniendo repercusión, por ejemplo en el derecho y la jurisprudencia, en el sentido de que se están buscando activamente leyes que contemplen los nuevos conocimientos a la luz de las nuevas tecnologías neurocientíficas. De hecho, permítanme el inciso, ya se podrían utilizar técnicas, de modo similar a como se hace con la medida del ADN o las huellas digitales, para demostrar no sólo si hay lesiones o patologías del cerebro, sino incluso para conocer los ocultamientos mentales de las personas en casos claros de su implicación en causas criminales. Esto último, sin embargo, encuentra enormes barreras legales en tanto que violaría los derechos que permiten a una persona no inculparse o culparse a sí misma y, en cualquier caso, transgredir el derecho a la intimidad.

¿Se podrán utilizar algún día estos procedimientos, incluso contra la voluntad de las personas, para, por ejemplo, descubrir y conocer la verdadera actividad criminal de asesinos psicópatas que se encuentra oculta en los entresijos de sus cerebros? ¿Hacia dónde apunta, pues, el derecho del futuro teniendo en cuenta los conocimientos de cómo funciona el cerebro y las nuevas tecnologías disponibles? (Farwell y Donchin, 1991; Haynes y Rees, 2006). ¿De qué manera la actividad de los circuitos cerebrales se convierte en pensamientos, emociones y conducta, y cómo las lesiones de estos mismos circuitos dan paso a pensamientos y conductas anormales y criminales? (Neuropsicología). ¿En qué contenidos esenciales las relaciones humanas actuales, sociológicas, han cambiado con respecto a las del ser humano de hace 100.000 años? Si como parece el cerebro no ha cambiado desde entonces, ¿no seguimos teniendo en la profundidad de nuestros cerebros los mismos códigos pero ajustados a funciones sociales diferentes? ¿No siguen operando en el hombre de hoy los mismos códigos cerebrales de agresión y violencia que nuestros antecesores? De no ser así, ¿ha habido realmente un cambio profundo y esencial en la función neural de esos circuitos cerebrales? ¿Cómo operan las áreas prefrontales y parietales y el cerebro emocional (con qué ingredientes)

que elaboran la bondad y la maldad y son las responsables en gran medida de lo que conocemos como más humano, desde los sentimientos, la moral y el razonamiento o la propia responsabilidad social? ¿Qué circuitos de nuestro cerebro elaboran las conductas antisociales?, ¿y como éstas pueden ser modificadas conociendo cuáles son dichos circuitos?

El cerebro de los niños japoneses

La importancia que tienen los conocimientos de la neurociencia y lo que de ello se deriva sobre la naturaleza humana no ha llegado todavía a la educación preuniversitaria. Sin embargo, parece que ha llegado el momento de unir estos grandes océanos del conocimiento, ciencia y sociedad, y que por tanto ello alcance incluso a la educación básica en general. Esto no sería tan difícil. De hecho, los temas relacionados con el cerebro despiertan un enorme interés y tienen un gran atractivo intelectual para los estudiantes desde el colegio. Es más, en el momento actual hay artículos publicados en prestigiosas revistas científicas que están haciéndose eco tímidamente de cuanto acabo de decir. En estas publicaciones se señala que los colegios empiezan a recibir programas de neurociencia con implicaciones para entender la relevancia de esta ciencia, aun cuando muchos de ellos contengan una información todavía bastante sesgada. Aquí, la verdad, es que se tropieza con muchos considerandos. Por ejemplo, ¿son los maestros las personas más adecuadas para explicar a los niños estos nuevos conocimientos? ¿Pueden los neurocientíficos explicar directamente a los maestros qué es el cerebro, cómo es su funcionamiento y su plasticidad, cómo cambia durante el proceso de aprendizaje y memoria y, por ende, con las enseñanzas recibidas? ¿Podrán los neurocientíficos explicar a los docentes que no es pura palabrería evanescente lo que hoy se sabe sobre el cerebro y hacerles ver que lo que de hecho, ocurre en la física, la química, la anatomía y la fisiología de sus propios cerebros está transformando lo que ellos mismos van a ser y que esto es lo que desarrolla su personalidad y su conducta futura?

Déjenme que les resuma todas estas preguntas en dos conclusiones, aunque sólo sean provisionales. La primera es la buena voluntad que los maestros y educadores están mostrando hacia la neurociencia por la que sienten un verdadero interés y ven su importancia para el aprendizaje humano. La segunda es que, en contra de lo que pudiera parecer, los maestros no creen que los neurocientíficos puedan ser las personas más adecuadas para comunicarse con ellos, pues los consideran demasiado preocupados por los datos y el detalle como para poder transmitir algo asequible (Goswami, 2006). En esta problemática es loable el gran esfuerzo que se está haciendo desde la International Mind, Brain and Education Society, en Estados Unidos.

Que la preocupación por este binomio cerebro-educación es seria y va en aumento en el mundo occidental lo demuestra, por ejemplo, el inicio de un estudio muy ambicioso en Japón bajo la rúbrica de «Ciencias del cerebro y educación», en respuesta al aumento

asombroso de crímenes violentos, vagabundeo y suicidio que padece esta sociedad. Efectivamente, hoy en Japón existe una profunda preocupación en lo tocante a la juventud, debido al creciente número de niños que literalmente «quemán» su vida de una manera fútil y carente de sentido. Precisamente este estudio, que está siendo llevado a cabo por pediatras, educadores, padres y científicos a una escala tal que nunca antes se había intentado en el mundo, seguirá la vida de 10.000 niños durante sus primeros años y a lo largo y ancho del país incluyendo todas las capas sociales. Valdría la pena destacar que uno de los compromisos de todos los evaluadores participantes en este estudio es un principio ético: mantener la privacidad y confidencialidad de los datos personales. Sin duda, esta iniciativa es un reconocimiento a lo mucho que para la educación y la formación de los niños puede significar conocer cómo se construye la arquitectura de los cerebros.

En la misma dirección se enmarca la reunión organizada por la Sociedad Japonesa de Neurociencia en el año 2005, bajo el título de «Neuroética y desarrollo del cerebro». En ella la educación ha sido un tema central, y, junto a ésta, los esfuerzos por alcanzar una definición de lo que debiéramos entender por cerebro óptimo o normal. En este contexto Illes *et al* (2005) han señalado lo siguiente:

Una de las demandas más grandes de la sociedad japonesa es la de que se le provea de información segura sobre los períodos críticos del desarrollo del cerebro. ¿Cuál es la influencia de los juegos de vídeo, los teléfonos móviles o las películas de dibujos animados sobre los niños? ¿Cuándo es la mejor época para empezar a enseñar inglés a los niños? Y todo esto tiene que ver con los temas éticos y sociales, pues muchas de las enfermedades actuales que emergen entre la juventud japonesa se atribuyen a la excesiva tecnología.

¿Un nuevo ciclo de cultura?

¿Se avecina una nueva forma de pensar, un nuevo modo de enfocar los problemas humanos y entender la propia conducta humana? ¿Se avecina un cambio que, aun siendo suave y graduado, para muchos no entrará como una nueva luz, sino como una verdadera tormenta? Ya hay pensadores, filósofos, sociólogos y, desde luego, científicos que piensan afirmativamente. Y aunque no se trate de cambios que presagien devastaciones y pérdida de las cosechas intelectuales ya alcanzadas, va a representar una transformación refrescante, al introducir un nuevo ciclo de pensamiento que puede ayudar a mejorar nuestra visión del mundo y de nosotros mismos haciéndolo más acorde a nuestra naturaleza biológica.

Si todo ello deviene de esta manera nos encontraríamos, como dije al principio de este capítulo, a las puertas de un nuevo ciclo de cultura que reorientará y cambiará muchos, si no todos, los parámetros que han dirigido, constreñido y proporcionado el

marco social hasta ahora conocido. Estos cambios nos llevarán a criticar las ideas y concepciones de lo que entendemos por humano y relaciones humanas, y con ello las reglas y leyes que las gobiernan. Yo estoy convencido, además, de que esta nueva cultura nos ayudará, a través de la rectificación de nuestras conductas, a neutralizar incluso las fatales predicciones hechas para el futuro (las que señalan, por ejemplo, un deterioro del medio ambiente en un punto de no retorno, con un calentamiento global del planeta que afectará de modo deletéreo y significativo a los bancos de pesca oceánicos y los bosques) y a encontrar una ética universal que, como decía Wilson, «sea la guía por la que la humanidad y el resto de la vida puedan ser conducidas de modo seguro a través de ese cuello de botella en el que nuestra especie nos ha metido torpemente».

¿Estas nuevas perspectivas son desmesuradas o desproporcionadas? ¿Están creando los científicos un mundo ambicioso que impone una revolución lenta, silenciosa, destructiva y subversiva de los «valores humanos» hasta ahora firmes y anclados en la tradición? No lo creo. Antes al contrario, la vida que en su esencia es movimiento y cambio a cualquier nivel que se considere, particularmente en su dimensión humana, se verá enriquecida con todas estas nuevas ideas. Desde esta perspectiva se han elaborado los capítulos que siguen en este libro.

CAPÍTULO 1

NEUROCIENCIA Y HUMANIDADES

Mientras que las ciencias y las humanidades continúen teniendo sus propias y separadas preocupaciones, deberíamos, en las décadas que están por delante de nosotros, llegar a darnos cuenta más y más cómo ambas se generan a través de un diseño computacional común: el cerebro humano.

Erik KANDEL y MACK, *A parallel between radical reductionism in Science and in the Art*

Sin los instrumentos y el conocimiento acumulado de las ciencias naturales —física, química y biología— los seres humanos viven atrapados en la prisión del conocimiento. Son como peces muy inteligentes nacidos en una piscina profunda y oscura. Siempre preguntándose y siempre nerviosos, intentando salir, piensan sobre el mundo que hay fuera. Inventan especulaciones ingeniosas y crean mitos acerca del origen de las aguas que les rodean, del sol y el cielo y las estrellas por encima de ellos, buscando además el significado de su existencia. Pero están equivocados, siempre equivocados, porque el mundo está muy lejos de la experiencia y el pensamiento corriente para ni siquiera poder ser imaginado.

Edward O. WILSON, *Consilience*

La controversia entre esas dos grandes ramas del saber, ciencia y humanismo, es un viejo y casi eterno problema. Dos libros, el de Snow sobre las dos culturas y el de Schrödinger sobre ciencia y humanismo, marcaron quizá las primeras preocupaciones hacia ese divorcio sobre el que tantos miles de páginas han sido escritas. Y ya desde entonces, y de un modo constante, se ha venido reivindicando un acercamiento de las mismas.

Frío, caliente y humano

Hoy, la ciencia del cerebro irrumpe en esa misma problemática, pero esta vez, quizá, con una perspectiva distinta y de más calado. Aquella en la que se aportan conocimientos que permiten entender mejor las humanidades. Ya no se trata de crear puentes entre dos cuerpos del saber que, avanzando en paralelo, aportan conocimientos distintos, sino de un proceso en serie, un *continuum*. Conocer cómo funciona el cerebro humano (ciencias) debe permitirnos entender mejor los productos de ese funcionamiento (humanidades). Ciencia y humanismo se convierten así en una unidad, en un solo árbol de conocimiento desde las raíces y el tronco hasta las ramas y las hojas. La ciencia escudriña cuál es la forma del árbol, sus constituyentes, cómo se alimenta en las profundidades del suelo en el que vive y su historia evolutiva. Las humanidades permitirán entender, a partir de ese conocimiento, cómo se forman y qué aires mueven las hojas de ese mismo árbol. Esto último es equivalente a decir qué son y cómo se realizan las transacciones sociales, la psicología, el pensamiento y el arte, y hasta las emociones y sentimientos que mueven al

hombre a seguir vivo y estar sediento de inmortalidad.

Para quienes hasta ahora han sostenido que, de modo irreconciliable y sin encuentro posible, la ciencia mira hacia abajo buscando leyes universales «frías», mientras que las humanidades, y en ellas particularmente el arte, miran hacia arriba buscando lo «caliente», lo singular e «irrepetible» del ser humano, su tiempo está pasando. De hecho, las humanidades, en general, y la misma ciencia tienen en común ser un conjunto de procesos de descubrimiento y hasta de organización del conocimiento. Señalaba Julian Huxley:

La ciencia es tan creativa como el arte, aun cuando de un modo diferente. Las leyes científicas y conceptos afines son creaciones organizadas de la mente humana, por medio de las cuales el desordenado y crudo material de los fenómenos naturales presentados a la cruda experiencia humana son ordenados en formas manejables. Un concepto científico es una integración intelectualmente efectiva de la experiencia, como a su vez una pintura es una experiencia estética efectiva.

Y es así que hoy estamos asistiendo, con los conocimientos que aportan las ciencias del cerebro, al verdadero comienzo de una nueva era en el estudio del hombre. Era que nos llevará a conocer más en profundidad tanto el «extraño» mundo de la naturaleza externa, como el también «extraño» mundo de la propia naturaleza «interna» humana.

Neuronas, valores y normas

La neurociencia es una ciencia experimental, que con todas las herramientas técnicas disponibles y utilizando el método científico (observación, experimentación, hipótesis...), tiende a explicar cómo funciona el cerebro, particularmente, el cerebro humano. Cerebro entendido como el órgano que recibe estímulos del medio ambiente y con los que elabora la realidad que nos circunda, gracias a los códigos de funcionamiento construidos en él a lo largo de cientos de millones de años. Realidad que refiere a la construcción, no sólo del mundo que vemos, tocamos u olemos, sino a la construcción y elaboración de las sociedades en las que vive y las normas y valores que rigen una sociedad específica. La neurociencia es, pues, esa área de conocimiento que permite acercarse a conocer cómo se han construido y qué circuitos neuronales están involucrados y participan en la elaboración de las decisiones que toma el ser humano, la emoción y el sentimiento y hasta los juicios y el pensamiento de las conductas éticas. Por su lado, las humanidades son el conjunto de disciplinas clásicas que todos conocemos. Éstas son, siguiendo el informe de la Comisión de Humanidades Americana, aquellas que constituyen, por una parte, el arte en general (literatura, pintura, escultura y arquitectura, música y danza) y, por otra, las materias centrales de la historia, filosofía,

lingüística, jurisprudencia, el estudio comparativo de las religiones, y «todos aquellos otros aspectos de las ciencias sociales que tienen un contenido para cuyo estudio y conocimiento se utilizan métodos humanísticos» (Comisión de Humanidades, 1980).

Del análisis, siquiera superficial de cuanto acabo de señalar, ya se percibe, casi como evidente, que la neurociencia y las humanidades están abocadas a converger y encontrarse. Aún más, las humanidades están abocadas a ser estudiadas, y en algún caso, reevaluadas desde los nuevos conocimientos científicos, porque sin éstos, sin los conocimientos científicos, todo quedará en un nivel de descripción superficial de los fenómenos, sin entrar en el conocimiento de los pilares que la sustentan y le dan fundamento.

Ciencia y humanismo

Neurociencia y humanismo refieren a un diálogo tan actual que realmente está saltando ya más allá de los propios foros académicos. Son psicólogos, filósofos, médicos, físicos, ingenieros, economistas y un largo etcétera quienes con entusiasmo señalan que si ahora hubieran de comenzar con sus carreras, estudiarían o se dedicarían a la neurociencia. Y es que estas personas cultas están viendo que los conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro ya no quedan en los confines cerrados de los laboratorios y el interés de los científicos, sino que alcanzan, cada vez más en profundidad, a entender la esencia del mismo ser humano.

En contraposición a esto último, sin embargo, existen otras personas que piensan lo contrario, y afirman que la ciencia, con su frialdad y rigor, desmenuza, diluye e incluso hará perder, el misterio y la esencia de todo lo que significa «humano». Frente a esta disyuntiva, Patricia Churchland ha señalado:

aquellos que suponen que ciencia y humanismo están divorciados tenderán a ver las nuevas teorías neurobiológico-psicológicas como una irreparable pérdida de nuestra humanidad. Pero también se puede ver de otra forma. Puede ser ciertamente una pérdida, pero no de algo necesario para nuestra humanidad, sino de algo meramente familiar y bien conocido. Pudiera ser la pérdida de algo que, aun cuando de segunda naturaleza, zarandea nuestra familiar comprensión e irrita nuestra intimidad. La ganancia en el cambio puede ser, sin embargo, de un profundo aumento en la comprensión de nosotros mismos, lo cual contribuirá a aumentar en vez de disminuir nuestra humanidad. En cualquier caso, es un error mirar a la ciencia como planteada en oposición al Humanismo.

La convergencia entre neurociencia y humanismo nos debe llevar a un nuevo marco de referencia en el pensamiento y las ideas; nos puede acercar a iluminar mejor viejos problemas y con ello a despejar sombras en las concepciones que tenemos de nosotros mismos y nuestras relaciones en sociedad.

Volvamos a la neurociencia

Pero volvamos a la neurociencia. Esta disciplina científica parte de una premisa básica, insoslayable. Todo cuanto existe en el mundo humano, objetivo o subjetivo, es concebido a través del cerebro, órgano por medio del cual se siente, piensa y ejecuta la conducta. Está claro que esta afirmación sorprende ya a muy poca gente porque todo el mundo sabe y tiene por cierto que sin cerebro ni se siente ni se piensa ni se realiza conducta alguna. Pero aun así, pocos saben, son conscientes, de que los códigos de funcionamiento que tiene el cerebro, arrastrados muchos de ellos a lo largo de millones de años, son los responsables últimos de nuestra concepción de todo lo que nos rodea, y que esto incluye a los demás y, por supuesto, a la concepción que tenemos de nosotros mismos. Pero esto también requiere añadir que el cerebro solo no es el ser humano. El ser humano es un organismo completo (cerebro y resto del cuerpo) en constante interacción con el medio (medio que refiere a lo físico y desde luego a los otros seres humanos). De hecho, el cerebro dedica una parte muy considerable de su trabajo a controlar y actualizar constantemente su relación con el organismo que lo alberga. Con todo, el ser humano es una unidad, cerebro y resto del organismo, desde los receptores que nos informan de todo aquello que nos rodea (órganos sensoriales) hasta la ejecución de nuestra conducta (actividad motora). Pocas dudas alberga ya la concepción de la unidad del ser humano no dividido éste en dualismos, cerebro y mente o cerebro y espíritu. El cerebro, único ejecutor, da como expresión visible la conducta, siendo ésta, a su vez, el producto de una sensación o percepción, una memoria o un pensamiento. No hay «fantasma» en la máquina. No hay espíritu, si por éste se entiende un integrante del ser humano cuya naturaleza sea diferente a la biología con la que se nace y se muere.

¿Qué es el cerebro, pues? ¿Cómo funciona? ¿Qué códigos tiene anclados en sus profundidades que ante determinadas situaciones nos hacen actuar de modo predeterminado y mayormente inconsciente? Digámoslo ya desde el principio. El cerebro opera fundamentalmente interpretando la información que recibe del medio ambiente y ejecuta la conducta correspondiente atendiendo esencialmente a la supervivencia del individuo y de la especie. Hacer aquí un repaso de las funciones y códigos que operan en el cerebro humano escapa a las pretensiones de este libro. En *El reloj de la sabiduría* se da cumplida cuenta no sólo del proceso evolutivo y la aparición del cerebro desde sus orígenes, sino también del desarrollo del cerebro humano desde la fecundación hasta el cerebro adulto. También allí se repasan los períodos críticos de ese desarrollo, desde la emoción y los sentimientos hasta la aparición de la consciencia y el conocimiento.

Algunas leyes del cerebro

Sin embargo, también quiero destacar aquí varios aspectos y procesos que podríamos

llamar «leyes», que son claramente definatorios del funcionamiento cerebral humano y que tanta imbricación tienen con las humanidades. Me refiero a la emoción y los sentimientos, la abstracción, el lenguaje y el conocimiento. Las emociones (Mora, 2001) son procesos cerebrales esenciales y básicos en la conducta de los mamíferos —y también en el hombre, como mamífero que es—, que vigilan y protegen la supervivencia. Las emociones señalan o tiñen los estímulos sensoriales de placer o castigo y sirven, por tanto, para defendernos o aproximarnos a ellos (agua, comida, calor o frío, sexo, juego o enemigos). Las emociones en consecuencia son los procesos que nos mueven o empujan a conseguir o evitar, de una forma flexible, lo que es beneficioso o dañino para el individuo. Además, las emociones generan ese mecanismo, también básico, que llamamos curiosidad (Mora, 2002). Con la curiosidad se expande el abanico de las conductas y con ello el interés por el descubrimiento de lo nuevo (nuevos alimentos, ocultación de enemigos, etc.). De esta manera, la curiosidad ensancha el marco de seguridad para la supervivencia. En el ser humano ello se expande hasta los descubrimientos científicos (Mora, 2001).

Las emociones constituyen, además, un lenguaje de comunicación básico. De hecho, son el lenguaje más primitivo de los mamíferos. La manifestación de las emociones permite la creación de lazos (familia, amistad) que pueden tener claras consecuencias de éxito, tanto de supervivencia biológica como social. Y, finalmente, los sentimientos. Con la aparición de los sentimientos el rango y versatilidad de las funciones de la emoción aumentan de un modo considerable (Mora, 2001). Con los sentimientos, el hombre se torna consciente de sus emociones. Y frente a la pura «reacción» ante un estímulo, con la huida o el ataque, el ser humano experimenta y «sabe» que tiene miedo o placer, alegría o pena, y conduce su vida de una manera «nueva», nunca antes experimentada por ningún otro ser vivo. Las emociones y sentimientos, además, desempeñan un papel importante en el proceso de razonamiento y en la toma de decisiones, especialmente aquellas relacionadas con la persona y su entorno social más inmediato. Las emociones y los sentimientos constituyen de hecho, los pilares sobre los que descansan casi todas las demás funciones del cerebro (Damasio, 1999).

Pero, ¿cómo el mundo que nos rodea, sus estímulos y acontecimientos, sea la visión de un objeto, un animal o una persona, nos hace reaccionar, emocional y sentimentalmente, nos aproxima a lo que nos gusta y nos aleja de lo que nos disgusta? Hoy sabemos que la visión de cualquier objeto, por ejemplo, un jarrón chino o una fruta apetitosa, es analizada y descompuesta por las neuronas de la retina y la corteza cerebral en sus muchos componentes, como son puntos y líneas de contraste luz-sombra (forma), orientación de las líneas (forma), el color y movimiento y la característica de profundidad por su relación con otros objetos del entorno, etc. De esta forma, la información individualizada es transportada por vías diferentes y paralelas a los centros superiores y de análisis del cerebro. Hoy conocemos, además, que esta varia información es distribuida en diferentes áreas de la corteza visual en donde sufre un posterior análisis

y finalmente es almacenada. El procesamiento en cada una de esas áreas visuales no es un procedimiento pasivo, sino que el cerebro sigue un proceso muy activo descartando en él toda una serie de otros estímulos irrelevantes en la elaboración de las características del jarrón o la fruta que acabamos de mencionar. Esto es así en particular para el color, quizá el fenómeno mejor estudiado y demostrado, y que en verdad no existe como tal en los objetos ni en el mundo real (Zeki, 2001).

Lo interesante de todo esto es que cuando evocamos en imágenes mentales o vemos físicamente el jarrón o la fruta es porque el cerebro ha puesto juntos todos los componentes individualizados que antes hemos descrito (forma, color, movimiento, profundidad...). Esto indica claramente la existencia de un mecanismo neuronal y funcional que unifica la actividad de todas las áreas cerebrales correspondientes y evoca de esta manera y conscientemente el jarrón como objeto único. Estos mecanismos parecen deberse a la actividad o disparo sincrónico de todas las neuronas que intervienen en el análisis de cada propiedad de los objetos vistos.

Finalmente, toda la información necesaria para formar esa visión de objeto único confluye en la corteza inferotemporal. Y es hasta ella, la corteza inferotemporal, que el procesamiento neuronal que se sigue parece ser estrictamente sensorial; es decir, está desprovisto de todo tinte emocional o afectivo, de bueno o de malo. A este nivel un león no es bueno ni malo, agresivo o violento, peligroso o placentero. A este nivel de análisis un león es, simplemente, un ser vivo con determinadas propiedades físicas y sensoriales, pero nada más. A partir de aquí esta información entra en el sistema límbico o emocional y es entonces, gracias a las memorias almacenadas, cuando la información sensorial, fría y objetiva (en este último ejemplo, el león), adquiere significado de bueno o malo más allá de la forma, el color o el movimiento; esto es, se adquiere la conciencia emocional de lo visto. Es todavía en un paso posterior, en las áreas polisensoriales y de asociación, que se alcanza un nivel todavía más completo y propiamente perceptivo y de significado de los objetos. En ese proceso se requiere la experiencia de aprendizaje previa que ha tenido el individuo.

Un árbol universal

Junto a la emoción y los sentimientos, guías o encendidos básicos de toda conducta, el cerebro tiene y guarda los mecanismos que han llevado al hombre a las cotas más altas de conocimiento y conciencia. Son los procesos neuronales que permiten el fenómeno de la abstracción. Por abstracción se entiende el proceso mediante el cual lo particular es subordinado a lo general (abstracto). Este proceso nos lleva verdaderamente al conocimiento y a la capacidad de comunicarlo de una manera rápida y eficiente. Y es que el cerebro humano ha desarrollado la capacidad de, a partir de objetos y casos particulares, extraer, crear y abstraer un objeto «ideal» capaz de ser universal y poder, a su vez, ser aplicable a todos los casos particulares creando con ello un concepto, una

idea que habla de todas ellas como de una sola. Así, cuando la realidad nos martillea con miles de árboles, de formas, tamaños, ramas y colores diferentes, el cerebro es capaz de crear el concepto de «árbol», árbol «universal», que resume o representa a todos los árboles del mundo, desde una sequoia hasta un naranjo. Con esa abstracción se alcanza el principio básico del conocimiento, el pensamiento y la comunicación.

¿Qué permitió al cerebro desarrollar esa capacidad de encontrar propiedades o relaciones comunes a muchas cosas y extraer un concepto, una idea, que hable de todas ellas como una sola? La neurociencia comienza ahora a trenzar los hilos con los que se construye ese proceso y conocer las neuronas y circuitos que lo realizan, llegando a la conclusión clara de que se trata de una propiedad inherente a la función del propio cerebro. Nuestro cerebro posee neuronas o conjuntos de neuronas (circuitos) capaces de recrear la percepción de un objeto con la visión de sólo una parte del mismo, es decir, sobre la base de memorias previas y con sólo la visión parcial de un objeto, el cerebro es capaz de abstraer y reconstruir ese objeto en todas las dimensiones y posiciones físicas posibles. El cerebro humano trabaja categorizando y clasificando lo visto hasta alcanzar la idea de objetos con propiedades que, aun cuando extraídas de lo particular, no son exacta copia de los objetos particulares, pero que pueden aplicarse al mundo de los objetos concretos.

Hoy se piensa que esta actividad cerebral se encuentra distribuida en amplias zonas de la corteza cerebral cuyo funcionamiento está escrito en códigos de tiempo. El cerebro construye así, de modo permanente, un abstracto con el que identifica los objetos concretos cuando se observan a distancias diferentes, desde diferentes ángulos y en diferentes condiciones de luz. En otras palabras, una naranja sabemos que es una naranja con independencia de cuál sea su forma, tamaño o matiz de color, o si se encuentre a cinco metros de distancia o a diez centímetros, vista desde un ángulo de visión u otro, por arriba o por abajo, e independientemente de las condiciones e intensidad de la luz que la iluminen. Es un proceso, pues, que permite resumir y manejar la realidad de todos los días de una manera simbólica, con ideas. Todo ello ha permitido un ahorro considerable de tiempo en los procesos de aprendizaje, memoria y comunicación con los demás. ¿Puede uno imaginarse lo que podría significar memorizar todos y cada uno de los objetos y cosas con los que nos tropezamos todos los días y en el contexto de cada conversación tener que evocar todos sus detalles?

Con esta capacidad, el hombre comenzó su andadura de «pensar», rompiendo las cadenas de lo particular y concreto, y en esa aventura cerebral entraron también a desempeñar un papel decisivo la conciencia y el lenguaje humanos. La conciencia, esa otra maravilla que hace al hombre no sólo «ver» y abstraer lo visto, sino también «saber que ve» y comunicarlo simbólicamente. Sin duda, un privilegio único no compartido por ningún otro ser vivo en la faz de la Tierra. Ese saber que sabe, ese conocimiento y esos sonidos simbólicos que hacen el lenguaje oral, le ha llevado a unir a través de un hilo de tiempo las secuencias y los cambios de la vida de otros seres y de sí mismo e

identificarlos como uno.

La neurociencia hoy se adentra más y más en el conocimiento de la naturaleza de esos procesos y es con ellos que los cambios en nuestros conocimientos se suceden. Baste un ejemplo. Hasta ahora se pensaba que el proceso de atención, fundamental y primario, para todo acto de conciencia era producto de la actividad de un circuito básico distribuido en una serie de estructuras neurales (Mora, 2001). Hace muy poco se ha especulado, sin embargo, con que los procesos atencionales son en realidad la actividad constante de un conjunto de redes neuronales independientes. Redes neuronales diversas que se correlacionan con diversas conductas y pueden ser selectivamente activadas por estados mentales diferentes, lesiones cerebrales diferentes, y drogas específicas y diferentes (Raz y Buhle, 2006).

Desterrando sombras de magia y misterio

¿Qué se alcanza con todo esto? ¿Es la neurociencia, la neurociencia cognitiva si se quiere, la que por sí sola va a resolver todas las encrucijadas del conocimiento humano? ¿Acaso no pareciera, por lo dicho hasta aquí, que sólo queda en manos de los científicos y de la ciencia la resolución de todos los problemas referidos a la unificación de los conocimientos sobre el hombre? De ninguna manera, la neurociencia por sí sola nunca podrá ofertar explicaciones a todos los problemas y, desde luego, no al problema que nos ocupa en particular: el estudio del hombre, lo que incluye el estudio de la ética, el arte, la sociología y tantas otras complejas disciplinas. Sí creo que se logre alcanzar, como señalé al principio de este capítulo, una teoría que unifique todos los conocimientos sobre el hombre. Es más, ya estamos asistiendo a ese momento, quizá nuevo en la historia del pensamiento, en el que se está embastando ese tejido que vista el cuerpo unificado de ciencias y humanidades, lo que despierta un enorme entusiasmo intelectual en muchos. Señalaba Wilson:

Estoy más persuadido que nunca de que ha llegado el momento de cerrar esa famosa separación entre las dos culturas.

O Schrödinger:

Poco a poco se va imponiendo el conocimiento de que toda investigación especializada únicamente posee un valor auténtico en el contexto de la totalidad del saber. Progresivamente van perdiendo terreno las voces que acusan de diletantismo a quien se atreve a pensar, hablar o escribir sobre temas que requieren algo más que la formación especializada.

Julian Huxley a mitad del siglo pasado avistaba, casi como futurólogo, los cambios que se iban a producir y en su obra *Ensayos de un humanista* señalaba:

El hombre está embarcado en la etapa psicosocial del proceso evolutivo. Grandes avances en esa etapa del proceso evolutivo incluyen cambios radicales y están marcados por el paso de un sistema viejo a un sistema con una nueva organización general de pensamiento y creencias; y el nuevo patrón de pensamiento y actitudes es necesario por el aumento del conocimiento, lo que demanda que éste sea organizado de una forma nueva y más comprehensiva. Estos cambios radicales también llevarán el fracaso de viejas ideas que intentaron organizar las creencias alrededor de un centro de ignorancia.

Frente a todo esto, sin embargo, no todo el mundo es optimista. Como decía al principio, hay personas cultas, científicos, académicos y humanistas, que piensan que cuando conozcamos en detalle cómo se produce y cómo percibimos el verde de las hojas de los árboles; cómo y en qué circuitos neurales de nuestro cerebro se desmenuzan y con qué ingredientes se elaboran las emociones y la conciencia; cómo se alcanza el conocimiento o nuestras concepciones morales; cómo quedamos seducidos ante el arte y la belleza, y cómo, además, se corta el tiempo ante nuestros más excelsos sentimientos religiosos, el ser humano habrá perdido la esencia de su naturaleza. El hombre entonces, auguran los menos optimistas, habrá perdido el misterio, que es ese añadido mágico que todavía nos hace sentirnos humanos, llenos de vida. Una vida espiritual y diferente a la de los animales. Por el contrario, somos muchos también los que pensamos que conocer quiénes somos, en nuestra más genuina realidad, nos permitirá dar un salto cualitativo, positivo, en nuestra humanidad. Y que desterrar las sombras de magia y misterio que en el pasado han envuelto el conocimiento de nosotros mismos nos dará una luz nueva con la que apreciar el mundo y nuestro papel en él. Yo me integro en este segundo grupo de gente, porque pienso que, aun teniendo tanta ignorancia como tenemos sobre los procesos mentales y la naturaleza del mundo que nos rodea, el camino emprendido de unión entre ciencias y humanidades sólo podrá revertir en una mejora de la humanidad.

CAPÍTULO 2

NEUROFILOSOFÍA

Trozo a trozo experimental, la neurociencia va conformando nuestra concepción de lo que somos. El peso de la evidencia nos lleva a aceptar que es el cerebro, en vez de cualquier otra sustancia no física, lo que siente, piensa y decide. Esto quiere decir que no existe un alma que se enamore. Por supuesto que seguimos enamorándonos y que la pasión es tan real como lo fue siempre. La diferencia es que ahora entendemos que esos importantes sentimientos son sucesos que ocurren en el cerebro físico. Quiere ello decir que no hay un alma que, tras la muerte, disfrute de la eternidad en un Paraíso maravilloso o se hunda miserablemente en el Infierno.

Patricia S. CHURCHLAND, *Brain-Wise*

Lo mejor que podemos hacer es resignarnos y aceptar la probabilidad de que no exista una facultad especial (dentro del cerebro) cuya actividad dé lugar a captar el absoluto, verdades libres de errores, o verdades del Universo más allá de lo que proporciona la Ciencia.

Patricia S. CHURCHLAND, *Brain-Wise*

¿Qué es la filosofía?, se preguntaba Ortega y Gasset. Si, como él mismo dijo: «Filosofía es el conocimiento del Universo y de todo cuanto hay en él», entonces filosofía incluye claramente a la ciencia. Si, como también dijo Ortega, la filosofía debe utilizar como principio el no aceptar ninguna verdad que ella misma no haya fundamentado, entonces también está propiamente hablando de incluir el método científico. «La filosofía es una ciencia sin suposiciones», añadió Ortega. Es decir, una ciencia que debe abandonar toda concepción, suposición o teoría que no parta de una «realidad radical». De nuevo, visto así, la filosofía es un área del pensamiento que entronca con la ciencia y con el método de trabajo de la ciencia, el método científico, único capaz de aproximarse a esa «realidad radical» de Ortega y lejos de verdades absolutas, dadas o reveladas. Ortega estaba barruntando el comienzo de una nueva filosofía. Esa nueva filosofía, al menos en lo que se refiere al hombre, su mente y su naturaleza, es lo que se ha venido en llamar neurofilosofía.

Introduciendo la neurofilosofía

Patricia S. Churchland fue probablemente quien primero introdujo el término neurofilosofía en su libro del mismo título publicado en 1990. En él, *Neurofilosofía*, su autora ya argumenta si no habrá llegado el momento de cuestionarnos que filosofar sobre la mente, el yo y la conciencia humana pueda hacerse sin el concurso de la ciencia del cerebro. Ahora, cuando ya han pasado dieciséis años, se refuerzan los argumentos de Churchland. Y es que la neurociencia, en tan corto espacio de tiempo, ha avanzado mucho y ha profundizado lo suficiente como para, a la luz del proceso evolutivo,

invitarnos a pensar sobre el ser humano, sobre nosotros mismos, desde una perspectiva diferente a como lo hemos venido haciendo hasta ahora. Es decir, un salto desde la pura introspección y el razonamiento sin experimentación hasta los fundamentos científicos de cómo el hombre realiza esas operaciones con su cerebro. Dicho más directamente, hacer hoy filosofía sobre el hombre, desconociendo los fundamentos básicos de cómo funciona su cerebro, puede dejar relegada esa filosofía, más pronto que tarde, a un abstracto intelectual, incapaz de dar respuesta a las grandes o pequeñas preguntas que embargan al ser humano. Es más, ya hay quienes piensan que mucha de la filosofía que hoy todavía se escribe y hace se quedará en eso, en el análisis de su intrahistoria y en el buscar y rebuscar en el pensamiento «pasado» de los pensadores más insignes y, tal vez también, a trabajar en temas muy concretos que puedan interesar sólo a unos pocos. Tanto es así, que Churchland decía recientemente: «Si todos los cambios que hemos mencionado sobre el pensamiento actual, sobre el hombre, han emergido de los descubrimientos de las diversas ramas de la neurociencia —lo que incluye la neuroanatomía, neurofisiología, neurofarmacología y las ciencias cognitivas—. ¿Para qué la filosofía?».

Precisamente, es una observación frecuente ver a estudiantes de disciplinas humanísticas, sobre todo de psicología, sociología, economía y filosofía, asistir a reuniones, conferencias o cursos de verano que traten de neurociencia, particularmente sobre temas de emoción, cognición, aprendizaje y memoria, y más sobre la conciencia y toma de decisiones. Está claro que ello indica la existencia de un creciente interés por lo que la neurociencia tiene que decir sobre sus propias áreas de estudio. Y no sólo los estudiantes de humanidades miran con interés a la neurociencia, también los profesores de las disciplinas humanísticas clásicas están organizando reuniones hoy dedicadas a la discusión de la ética, el arte, el derecho y la economía en el contexto de la neurociencia. Y hasta en foros muy específicos, como los religiosos, para tratar temas como la mística, se vuelve la mirada con curiosidad hacia la neurociencia (Mora, 2003). ¿Quiere ello decir que están huyendo de sus propias disciplinas? Es claro que no, pero sí es indicativo de que están buscando una nueva savia con la que hacer rebrotar con más fuerza esas disciplinas. Precisamente, tras el debate sobre si la neurociencia de algún modo y algún día, podría sustituir a la propia filosofía, Churchland contestó claramente que no, al indicar que a esta última «quizá le quede la mejor parte del pastel, en el sentido de que la filosofía es la quintaesencia, el lugar perfecto para sintetizar resultados e integrar teorías que vengan de territorios diferentes, porque es panorámica en su visión e integradora en su abrazo». Esto refuerza aquello que ya señaló Prigogine al hablar de ciencia y filosofía: «Los científicos hacen sus experimentos con objetos y los filósofos los hacen sobre conceptos y la relación entre los mismos. Los experimentos de los filósofos pueden sugerir a los científicos hipótesis heurísticas». Sin ir más lejos, ¿acaso no es filosófica la herramienta básica que utiliza la ciencia, que es el método científico? ¿Acaso no es filosofía la abstracción y la formulación rigurosa de las hipótesis que hacen los

científicos? En realidad, todos filosofamos —científicos y filósofos— cuando se trata de buscar significado a los nuevos hallazgos científicos, bien sean sobre el hombre o sobre el mismo Universo. De esa convergencia, una vez más, nace la neurofilosofía (Churchland, 1999).

Pero, ¿qué es la neurofilosofía?

¿Qué es la neurofilosofía?, se pregunta Patricia Churchland.

La Neurofilosofía nace del reconocimiento de que al fin, las ciencias del cerebro y su tecnología están suficientemente avanzadas como para haber logrado un avance real en nuestra comprensión del problema cerebro-mente (memoria, aprendizaje, conciencia, libre albedrío). Más claramente, ello predice que la filosofía de la mente desarrollada sin un entendimiento de las neuronas y el cerebro es altamente posible que se vuelva estéril. La neurofilosofía, como resultado, se centra en problemas que tienen que ver con la intersección de una naciente neurociencia y una envejecida filosofía.

Ello nos define la neurofilosofía como una filosofía sobre el hombre que se sustenta sobre los pilares sólidos de los conocimientos que aporta la neurociencia actual. Es más, esto último nos lleva a comprender que ya no se puede pensar o elaborar, como en otros tiempos, un sistema de pensamiento, un constructo filosófico sistemático sobre el hombre —o una *propuesta filosófica*, como lo llamaría Eugenio Trías—, sobre lo que quiere decir la percepción, el aprendizaje y la memoria, la mente y la conciencia, y junto a ello, la emoción y los sentimientos y más allá, la ética, la moralidad, la toma de decisiones, el yo y el libre albedrío, e incluso las concepciones místicas y el mismo Dios, sin conocer lo que está hoy diciendo la ciencia del cerebro, órgano último de donde arranca y a través del cual se elabora todo pensamiento. Eso es neurofilosofía. Ya hay hoy muchos pensadores que consideran que hablar de la conducta humana, ignorando cómo ésta es elaborada por el cerebro, no pasa de jugar a «problemas filosóficos».

La neurofilosofía ha sido hasta ahora contemplada desde dos perspectivas diferentes, aun cuando quizá complementarias. Una primera, en la que mirando hacia delante, el pensar filosófico se hace a la luz de los conocimientos que aporta la ciencia y sus hallazgos. La segunda, una visión retrospectiva, aquella que analiza, desde la neurociencia, muchos significados del pensamiento de tantos pensadores de la historia de la filosofía. Sería esta una neurohistoria de la filosofía. Tanto la primera como la segunda perspectiva ya han dado sus primeros pasos (Zeki, 2004).

Neurofilosofía: mirando hacia atrás

Podríamos pensar en Platón o en Aristóteles, o quizá en Hume o en Kant, e incluso en el propio Ortega y Gasset, y reflexionar sobre sus concepciones filosóficas sobre el hombre y el mundo a la luz de los conocimientos actuales sobre el cerebro. Sin duda, esto sería un ejercicio y una mirada refrescante acerca de cuanto dijeron sobre el hombre y su conducta. ¿Cómo no pensar, por ejemplo, en Platón para arrojar luz nueva sobre su concepción del hombre y del mundo? Permítanme esta pequeña disquisición: Platón, padre del dualismo, concebía dos tipos de elementos como constituyentes intrínsecos a la naturaleza humana. Una sustancia de la que estaba hecha la mente del hombre y otra de la que estaba hecho su cuerpo, puramente material o física. Con la primera, con la mente y la razón no física, es con la que el hombre concibe y capta la verdadera realidad del mundo. La interacción con las cosas físicas del mundo podría proporcionar opiniones o creencias, según Platón, pero nunca dar lugar al conocimiento puro de la realidad.

Los datos de la neurociencia le mostrarían hoy a Platón que estaba equivocado en su concepción de la naturaleza humana. Que el hombre es uno, biológico y material, no dividido en un dualismo espíritu-materia, mente-cuerpo; que la percepción y la concepción de cuanto nos rodea, obtenida por la introspección y el puro razonamiento, e incluso los abstractos matemáticos (fueran éstos obtenidos por el componente no físico del hombre como él pensaba, o el cerebro mismo, como lo concebimos hoy nosotros), es sólo una parte del método fiable para obtener ese conocimiento. En otras palabras, la base fundamental de ese proceso de adquisición de conocimiento objetivo es la experimentación y sólo con ella alcanza categoría de método el pensamiento abstracto y matemático, y tras ellos, el conocimiento posible del mundo.

Pero quizá el tema más interesante con relación a Platón es aquel de las ideas y el conocimiento. Para Platón, el mundo de las ideas, el conocimiento verdadero, sólo se podía alcanzar a través del razonamiento, y éste, a su vez, a través del alma no material. Sin este razonamiento, la realidad que el hombre percibe del mundo es sólo una realidad de apariencias, aquellas que oferta el mundo siempre cambiante de los sentidos. En el mundo, decía Platón, hay concretos pero no universales. En el mundo existe esa flor o ese árbol concreto, pero no «la flor» o «el árbol», siendo esto último ideas o esencias que resumen a todas las flores y árboles del mundo. Ideas que son, por otra parte, la fuente del verdadero conocimiento. Hoy día, un neurobiólogo se plantea las mismas preguntas y estaría de acuerdo con Platón. Podría añadir que esas ideas, esencias puras o abstractos, se construyen en el cerebro biológico y, además, qué mecanismos son los que producen la abstracción en ese cerebro, base del conocimiento y su transmisión. Por todo ello llegaría a la conclusión de que el proceso de la abstracción se obtiene por códigos del cerebro activados por la sensorialidad y los particulares (objetos y seres vivos) del mundo que nos rodea. La neurociencia ya tiene hoy fundamentadas hipótesis (lo hemos visto en el capítulo anterior) de cómo se produce ese proceso en el cerebro humano. «Esencias», «ideas» y «abstractos» que son la base del conocimiento y de la comunicación humana.

Y todavía más lejos. Hoy los neurobiólogos pensamos que el conocimiento del mundo que logramos alcanzar, es el obtenido con la elaboración inconsciente que hace el cerebro de los estímulos que recibe del mundo externo. En realidad, es el cerebro el que elabora y construye lo que vemos y brinda ese trabajo a la consciencia, y es entonces cuando el hombre percibe todo cuanto le rodea. Lo que trato de decir es que muy probablemente la realidad del mundo fuera de nosotros los humanos y captado por los órganos de los sentidos, no es copia fidedigna del mundo que existe fuera del cerebro. O, por lo menos, no lo sabemos. Lo que sí sabemos es que el conocimiento del mundo que logramos alcanzar los seres humanos es mundo «real», sí, pero en tanto que mundo real humano. La realidad objetiva, física y fría que hay delante de nosotros, ese árbol o ese caballo con sus formas y colores, su tacto y olor, es «realidad» en tanto que realidad humana percibida por el cerebro humano. Incluso la concepción misma del átomo, obtenida a través del método científico, es realidad física y objetiva, sí, pero no necesariamente la única posible. El mundo que vemos es un mundo concebido a través de la construcción hecha a partir de estímulos físicos por una maquinaria que es nuestro cerebro. Cerebro y máquina de concebir construida y elaborada a lo largo de cientos de millones de años siguiendo una implacable e inexorable ley, «aquella» de la supervivencia del individuo y de la especie. El mundo en su concepción última, fuera de la existencia humana, escapa a la ciencia y el hombre. Estas ideas no andan muy lejos de aquellas otras lanzadas por los filósofos posmodernos. Señala E. O. Wilson:

los filósofos posmodernos desafían los fundamentos básicos de la ciencia y la filosofía tradicional. La realidad, proponen, es un estado construido por la mente, no percibida por ella. En la versión más extravagante de este constructivismo no existe la realidad «real», ni ninguna verdad objetiva externa a la actividad mental, sólo versiones prevalentes diseminadas por grupos sociales dominantes.

Frente a los posmodernos, sin embargo, no debiéramos olvidar y quisiera reforzarlo aquí, que la realidad, aun siendo filtrada la realidad por nuestra biología, es «realidad» y nuestra única «realidad real». En esto no hay desafío posible a la ciencia. La flor o el caballo que vemos y el átomo que alcanzamos a conocer a través del método científico son reales, pues para el ser humano no hay otra realidad porque tenemos el cerebro que tenemos y no otro. Asimismo, la progresión en nuestro conocimiento del mundo y el de nuestra propia supervivencia, a la cual sirve ese conocimiento, va de la mano de la experimentación científica y de la aplicación del método científico; es decir, observación, experimentación e hipótesis, modo único de atacar el conocimiento que comenzó con el empirismo. No existe otro camino. Y sólo hay que repasar y leer con deleite el *Tratado sobre la naturaleza humana*, de David Hume. Decía Ortega y Gasset: «La teoría, el pensamiento humano, no descubre el Universo, sino que lo construye». También en esta línea de pensamiento se movía Julian Huxley cuando indicó que:

La ciencia no es meramente un descubrimiento de hechos preexistentes, es también, y más importante, la creación de algo nuevo. Las leyes que emergen de la ciencia no son algo que existía desde la eternidad en su propia esencia o en la mente de Dios, esperando ser descubiertas por el hombre: simplemente no existían antes que el hombre de ciencia las formulara. Lo mismo es cierto para los conceptos científicos, como el átomo o el potencial eléctrico o la evolución. Las leyes científicas y los conceptos afines son creaciones organizadas de la mente humana.

Neurofilosofía: mirando hacia delante

Donde más claramente ha incidido la neurociencia es en el estudio de las pequeñas piezas que permitan comenzar a dar explicación de cómo el cerebro elabora la mente. Desde la neurofilosofía, y vista en un amplio marco, esta perspectiva se podría resumir en tres supuestos básicos. Éstos son:

1. La actividad mental es actividad cerebral y, por tanto, susceptible a los métodos de investigación científica.
2. La neurociencia necesita de la ciencia cognitiva para conocer qué fenómenos requieren ser explicados. Para entender los fenómenos, es insuficiente basarse simplemente en la sabiduría popular o en la introspección.
3. Es necesario entender los muchos niveles de organización del cerebro.

En relación con este último supuesto, el Proyecto Cerebro Humano (Mora, 2001) ya señaló, en una declaración preliminar, que en aras a abordar los procesos mentales o de la conducta, era necesario crear una base de datos en cuya preparación y estudio interviniesen no sólo los científicos que trabajan en el sistema nervioso, sino expertos en computación de alto nivel, así como otros muchos científicos de áreas de conocimiento afines y, desde luego, también pensadores desde la orilla de las Humanidades. Bases de datos que incluyeran estudios interrelacionando conocimientos (Shepherd *et al.*, 1998) sobre los genes, moléculas, organelas, microcircuitos, compartimentos neuronales y neuronas hasta regiones cerebrales específicas y sistemas distribuidos para alcanzar con ello el pensamiento y la conducta.

Y es que hoy no se puede hablar con propiedad de la sensación o percepción que tienen los seres humanos del mundo sin conocer y referir a cómo el cerebro, en términos de neurofisiología sensorial (de neuronas o circuitos neuronales), alcanza esas percepciones. Filosofar con rigor sobre, por ejemplo, la naturaleza del placer y la belleza o pretender encontrar su significado último requiere tener en cuenta los datos y las hipótesis científicas que nos llevan a entender y concebir cómo nuestro cerebro las elabora (Mora, 2006). Filosofar hoy sobre el yo, la mente y la conciencia e incluso la responsabilidad, la toma de decisiones y hasta el propio concepto de libertad humana y

de certeza o verdad, y tantos y tantos otros atributos del pensamiento que han sido hasta ahora círculos casi cerrados del pensamiento humanístico (ética, sociología, derecho, justicia, arte, economía, teología), requiere conocer los presupuestos básicos acerca de cómo funciona el cerebro. Nuestro cerebro crea nuestro yo y con él ese fenómeno que llamamos conciencia que nos permite «iluminar» (sacar de la oscuridad) lo que vemos y pensamos, o cómo nos comportamos u organizamos en sociedad. Algunos atisbos de esto último los aporta la neurociencia a la luz de nuestra intrahistoria evolutiva, ontogénica y social, y con los datos de esa nueva y floreciente neurobiología cognitiva.

Es más, hoy sabemos, por ejemplo, que en la elaboración de los planes inmediatos o de futuro de las personas en el contexto social en el que viven participan la actividad de la corteza prefrontal, la parietal y la cingulada. Conocer cómo la intrainformación de esas áreas es procesada teniendo en cuenta los códigos de nuestro cerebro creados a través de la evolución y puestos en marcha en la ontogenia e interacción con ese mundo social y conocer también cómo pequeñas lesiones o un malfuncionamiento sutil de esos circuitos neuronales lo alteran debe ayudar a entender esa enorme diversidad de conductas de los seres humanos. Más aún, conocer el funcionamiento o malfuncionamiento del cerebro puede hacernos más humanos, lo que quiere decir más reconocedores de la relatividad de nuestras concepciones morales y sociales y nuestros errores y cuán alejadas están dichas concepciones de todo aquello que significa absoluto. De la convergencia, pues, entre ciencia y filosofía debe devenir un entendimiento filosófico más profundo acerca de quiénes somos y encontrar con ello un nuevo sentido, si es que éste existe, a nuestra propia existencia aquí en la Tierra. Para esta labor se emplaza a la neurofilosofía.

El suntuoso y magnífico enigma

No es este el lugar para expandir los conocimientos que hoy posee la neurociencia sobre la mente, la conciencia y el yo. Ya lo hicimos en otra parte (Mora, 2001, 2002). Aunque sí pienso, sin embargo, que puede ser relevante hacer algunas consideraciones en el contexto de esta introducción a la neurofilosofía. Sólo como apunte, quiero resaltar aquí que la mente, ya lo hemos indicado muchas veces, no existe como tal. Lo que entendemos por mente —mente genuina de cada individuo— es un abstracto sin existencia real. Lo que existen son procesos mentales; es decir, procesos de actividad neuronal que ocurren en circuitos neuronales específicos del cerebro, que cambian constantemente con el tiempo y que están interconectados y distribuidos a lo largo y ancho del cerebro (Mora, 2001; 2002). La dimensión crucial de los procesos mentales es, pues, el tiempo, y no tanto el espacio. Es innecesario repetir aquí que para la mayoría, si no para todos los neurocientíficos actuales, la mente no es una entidad espiritual o inmaterial ni un producto emergente causado por el cerebro y diferente del cerebro. La mente es la actividad del cerebro mismo. La cuestión entonces recalca, en una pregunta

tan simple como ésta: ¿Cómo es posible que los sentimientos, los pensamientos, o incluso la conciencia —entidades «etéreas»—, sean, de hecho, la actividad material de moléculas y células en ese hongo rugoso que llamamos cerebro? Para muchos neurocientíficos y filósofos, esa diferencia es sólo aparente, y a esa confusión contribuyen los diferentes lenguajes que usamos para describir los mundos de la mente y el cerebro, cada uno por su lado. Una respuesta al problema se puede aproximar desde los presupuestos de una identidad entre los procesos cerebrales y los procesos mentales. Un ejemplo puede ayudar. Cuando nos quemamos un dedo y describimos con lenguaje técnico y neurobiológico todos los procesos que ocurren en el cerebro, de hecho, estamos describiendo la reacción emocional y el componente cognitivo del dolor, sólo que utilizando un lenguaje que es diferente al lenguaje de todos los días. En otras palabras, cuando ese dolor es descrito en términos psicológicos y del lenguaje ordinario estamos haciendo lo mismo, sólo que en una dimensión humanística que nos lleva a interpretar aquellos sucesos cerebrales como «productos» de lo que «yo» experimento. Pero la realidad es que los sucesos neurobiológicos no están produciendo nada, ni causan nada que sea distinto a lo que, expresado a nivel psicológico o mental, llamamos dolor. Todos los sucesos que ocurren en el cerebro son dolor. Primero descritos en términos neurobiológicos a un nivel (neurotransmisores, sistemas distribuidos tálamo-corticales, etc.) y después cuando se siente y se percibe conscientemente, expresado en otros. Implícito a cuanto estoy diciendo se halla la idea de que los términos psicológicos del lenguaje común bien pudieran ser eventualmente reducibles o equiparables o equivalentes a los términos de la neurociencia. Sin embargo, soy consciente que éste no es un problema fácil, pues se trata del gran problema filosófico del reduccionismo y también de la causación (Mora, 1995; Churchland, 2002). Temas estos que son centrales hoy en la neurofilosofía, de la cual se podría esperar obtener teorías que eventualmente encuadren los procesos mentales y los procesos cerebrales en un mismo marco de equivalencia a medida que ambos coevolucionen y la neurociencia progrese.

Todo lo dicho hasta aquí puede aplicarse a la conciencia, otro de los grandes capítulos en los que los filósofos de la mente han entrado de lleno, haciendo muchas preguntas e intentando encontrar alguna respuesta (Dennet, 1991; Flanagan, 1992). Si, como parece, la conciencia es un patrón coordinado y cambiante de actividad neuronal, está claro que requiere de los esfuerzos de la neurociencia y, desde luego, de la experimentación para desentrañarlo. Acerca de este tema ya refería yo, en *Continuum, ¿cómo funciona el cerebro?*, los hallazgos obtenidos con la técnica de magnetoencefalografía, al indicar que la base central de la actividad consciente parece residir en el sistema tálamo-cortical y en grandes grupos neuronales que se encuentran distribuidos por áreas occipitales, temporales y frontales de la corteza cerebral. Actividad tálamo-cortical cuyas características funcionales se reúnen bajo el concepto de «centro dinámico» (Tononi y Edelman, 1998). La conciencia que tenemos de nosotros mismos, y el mundo es en realidad la secuencia de «actividad singular y única» de estos circuitos que tiene una

duración de milésimas de segundo. En un lenguaje asequible se podrían reunir estas acciones de la forma siguiente: mientras un individuo focaliza la atención en algo que le interesa, durante más de sesenta milésimas de segundo (tiempo mínimo por debajo del cual el cerebro puede detectar algo e incluso guardar memoria de ello pero no alcanza a la conciencia del individuo), un grupo de neuronas de la corteza cerebral sincroniza su actividad conjuntamente (unas neuronas se activan y otras se inhiben) dando lugar a un acto «unitario de conciencia». Milésimas de segundos después, cuando nuestro foco de atención cambia hacia otro objetivo, otro grupo de neuronas es reclutado. En este caso, no obligatoriamente tiene que ser un nuevo grupo de neuronas, sino que pueden ser una parte de las neuronas que componían el grupo anterior, junto con otras nuevas alcanzando un nuevo «fotograma» de conciencia. Y así distintos actos de atención y de conciencia pueden reclutar muchos y diferentes grupos neuronales en muchas y múltiples proporciones a lo largo y ancho de la corteza cerebral y el tálamo, creando ese *continuum* que es nuestra conciencia.

Podríamos imaginarnos la corteza cerebral como un árbol de Navidad con millones de pequeñas luces de colores conectadas de tal manera que entre ellas no se produzca nunca el encendido fijo de un determinado grupo, sino que cuando se encienda un pequeño grupo lo hace de modo «funcional»; esto es, estas bombillas, en un momento dado, pueden formar un grupo por sí mismas, pero, a su vez, cada una de las bombillas puede formar parte de otros grupos diferentes. De hecho, pueden formar parte de cientos, miles de millones de grupos neuronales. La idea es que «el equipo» activado es funcional y «variable»: nunca anatómico y «fijo». En otras palabras, la anatomía (espacio) provee el cableado, pero no el código (tiempo) de funcionamiento. Estas ideas van todavía más lejos, ya que muchas de estas unidades bien pudieran, en un determinado momento, participar en un proceso de conciencia, pero en otros participar en procesos que no lo son. Estas analogías quizá sean muy simplistas para tratar de explicar procesos neuronales tan complejos (Mora, 2002).

Tampoco el yo es un último rincón, físico, que escudriñando el resto de la actividad del cerebro haga un resumen y tome conciencia de ello. Lo que referimos como el «Yo», «ese suntuoso y magnífico enigma», como lo llama Llinás, no es sino un estado mental particular que genera el cerebro. Lo subjetivo está generado por una actividad constante en un sistema tálamo-cortical activado en la vigilia que relaciona los estímulos sensoriales del mundo externo con la actividad cerebral interna (memoria). «Este proceso —señala Llinás— une, en una fracción de tiempo, los componentes fracturados de la realidad externa e interna en un único constructo que es lo que llamamos el “sí mismo”». Para la creación del yo, parece imprescindible el diálogo entre la actividad de dos «ruedas» tálamo-corticales. Una, constituida por los núcleos intralaminares no específicos y la corteza cerebral (núcleos máximamente activos durante la vigilia) y, la otra, por el así llamado complejo ventrobasal talámico. Esta última rueda provee al cerebro de la información sensorial del mundo externo que lo engarza con la actividad

del mundo interno. La primera rueda sólo «gira» durante la vigilia, la segunda está constantemente activa. Por eso, para dar vida al «yo» se requiere estar despierto, que es cuando la primera rueda está en funcionamiento. Cuando existe el «yo», hay engranaje entre las dos ruedas activas. O si se quiere, como dice Llinás: «Hay unión entre el mundo interno y el externo, luego soy».

Consecuente con todo lo dicho hay pacientes con lesiones de los núcleos no específicos o intralaminares del tálamo que como consecuencia no son conscientes de las entradas sensoriales del mundo externo, aun cuando éstas, de hecho, llegan al cerebro. De modo que aun cuando las entradas de los órganos de los sentidos son procesadas normalmente por las correspondientes áreas del tálamo sensorial (complejo ventrobasal) y éstas llegan intactas a la corteza cerebral, la persona con las lesiones mencionadas no percibe ni puede responder a ellas. Se ha roto el diálogo entre las dos ruedas talámicas y el individuo queda desconectado del mundo externo. Estas hipótesis sugieren que el sistema talámico no específico genera una actividad interna imprescindible para alcanzar la conjunción con las representaciones del mundo sensorial externo y la actividad cerebral interna.

El yo, por tanto, es un constructo cerebral que da unidad al ser humano en conexión con el mundo y que no tiene sólo una realidad «interna», sino que su realidad aparece cuando esta actividad interna se acopla a la generada por el mundo externo. Esto podría explicar, lo que tantas veces hemos señalado, que todo individuo, privado completamente de los estímulos sensoriales del mundo externo, alcanza la enajenación mental muy pronto. Este mecanismo que llamamos yo, contrariamente a lo que se podría pensar, no es privativo del ser humano. Los animales también tienen su «yo»; es decir, tienen unidad como organismo, proporcionada por estos mismos mecanismos tálamo-corticales, pero sin la «conciencia» de los seres humanos proporcionada por su enorme corteza cerebral.

Cerebro y concepción religiosa

El cerebro humano es una consecuencia clara de la selección natural, como quiera que ésta haya operado. Y el mundo «real» en el que vivimos es una consecuencia del constructo del cerebro a partir de los estímulos que recibe del «mundo externo». Con estas dos premisas se alcanza la conclusión de que todo cuanto percibe o concibe el ser humano lo hace a través del trabajo de su propio cerebro. Por todo ello, se albergan ya pocas dudas de que la experiencia religiosa —cualquier concepción religiosa—, como toda otra actividad o experiencia humana, sea ésta la creación de una hermosa obra literaria o un excelso juicio moral, tiene su asiento último en el funcionamiento del cerebro.

Algo está, yo creo, fuera de toda discusión (y en ello estoy en absoluto acuerdo con Wilson) es que la creencia religiosa, en la forma que se quiera, es una fuerza poderosa «y

con toda probabilidad una parte irradicable de la naturaleza humana» (Wilson, 1978). Debe, por tanto, estar anclada de forma profunda en el cerebro y posiblemente arrancar conjuntamente con el origen del propio pensamiento humano. Estudios cognitivos recientes nos adentran en la idea de que los mecanismos por los que se adquieren, mantienen y transmiten los conceptos y las ideas religiosas, no difieren de los que utiliza el cerebro normalmente para adquirir cualquier otro tipo de conocimiento. Ello ha llevado a explorar con más y más intensidad los fundamentos naturales de la religión. Este campo de investigación es relativamente nuevo, no tiene más de diez años, y la especialidad de estos estudiosos incluye no sólo a teólogos, sino a antropólogos, filósofos y psicólogos y más recientemente también a neurocientíficos (Barrett, 2000).

¿Posee el cerebro humano circuitos neurales estrechamente vinculados a la concepción religiosa? ¿Es posible que nuestro cerebro, a lo largo de ese largo proceso que es la hominización —2-4 millones de años—, haya adquirido genéticamente y desarrollado mecanismos por los que una determinada información de nuestro medio ambiente (cultura) active esos circuitos? De ser así, ¿cuáles son los sustratos neuronales de esa experiencia concreta? Al menos un componente fundamental parece residir en la actividad del sistema límbico o sistema emocional (Saber y Rabin, 1997). Y es que, efectivamente, en toda experiencia religiosa, en su misma base, destaca la actividad de los sistemas neuronales límbicos que imprimen a esa percepción o proceso cognitivo, una etiqueta especial profunda de emoción, un encendido o exaltación gozosa o si se quiere un sentimiento de «unión con el más allá, con Dios, con el todo». Las ciencias del cerebro, la neurociencia, se adentran ahora en querer conocer los sustratos neuronales que elaboran estas conductas y entender retrospectivamente, y a la luz del proceso evolutivo, cómo hemos llegado a ellas.

Las creencias religiosas y morales son ahora ellas mismas vistas como objetos legítimos de estudio científico y de explicación científica. La religiosidad tiene un componente genético y es razonable preguntarse si las creencias religiosas y los preceptos éticos pueden representar adaptaciones evolutivas que pueden ser investigadas por las neurociencias cognitivas. Para muchos científicos, todo ello tiene que ver con accidentes arbitrarios de nuestra historia evolutiva y cultural.

Editorial, *Nature Neuroscience*, 1998

Neuroteología

El término y concepto de neuroteología refiere al estudio de las bases cerebrales y evolutivas de todo aquello que, de modo genérico, conocemos como espiritualidad. Incluye así las bases cerebrales de las experiencias religiosas. Frente a aquellos otros términos y conceptos «neuro», como la neurofilosofía, neuroética, neuroeconomía o neuroarte, el término neuroteología no ha sido bien acogido por la comunidad científica

y menos por la humanística. Además, ha sido descalificado por muchos. De hecho, hasta ahora el término neuroteología no se ha utilizado en trabajos científicos de revistas especializadas en neurociencia. Sin embargo, se han dedicado muchos trabajos de neurociencia al estudio, riguroso, de los procesos cerebrales que se relacionan con la espiritualidad, la meditación, la mística y todos aquellos aspectos que engloban experiencias subjetivas, tales como estados alterados de la conciencia o visiones en las que el tiempo y el espacio se encuentran perturbados o cambiados (sean o no de contexto religioso), las mismas creencias religiosas, la exaltación espiritual y un largo etcétera. Todo esto no es extraño. Por su naturaleza, toda aproximación de la ciencia a la temática espiritual y en ella, particularmente, a la religión, siempre ha sido origen de fuerte crítica y polémica. En cualquier caso, el término neuroteología define claramente un espacio, aquel que ampara la relación entre cerebro y espiritualidad. Y es en este sentido, fuera de toda otra polémica, como se aborda aquí.

A principios de la década de 1980, el psicólogo Michel Persinger, de la Universidad Laurier de Canadá, mostró que muchas personas consideradas normales pueden tener experiencias parecidas a las descritas en la literatura como místicas o extáticas cuando se estimulan artificialmente sus lóbulos temporales. Este psicólogo diseñó un casco al que se incorporaron electroimanes convenientemente orientados para producir campos magnéticos convergentes que pudieran activar diferentes áreas del cerebro a través de estímulos muy puntuales y de corta duración. Con este casco y con estímulos de los lóbulos temporales, un importante porcentaje de las personas que se sometieron al estudio (más del 75 %) experimentaron sensaciones de «salir de sus propios cuerpos» o de «luces blancas» o de «sensaciones o sentimientos indescriptibles» o «Dios que les habla». Muchas de estas personas, ante lo nuevo de estas sensaciones y sentimientos y ante su incapacidad para describirlos con palabras, las atribuyeron a algo sobrenatural o espiritual. En los estudios de Persinger se ha señalado que los estímulos del lóbulo temporal derecho provocan más comúnmente sensaciones que las personas atribuyen a imposiciones extrañas, ajenas, como impuestas por alienígenas. Esto contrasta en gran medida con las sensaciones provocadas por el estímulo del lóbulo temporal izquierdo, que atribuyen a «un ángel» o a «Dios».

En cualquier caso, algunas de estas personas, confesadamente ateas, manifestaron tener un sentimiento de unión con el Universo y fuera del tiempo y del espacio. Todo esto nos conduce a que los estímulos magnéticos debieron activar circuitos neuronales corticales, pero también circuitos del cerebro emocional, como la amígdala o el hipocampo, que sabemos poseen clara conectividad con el lóbulo temporal. Precisamente, la amígdala y el hipocampo son dos regiones cerebrales cuyas neuronas poseen un umbral muy bajo de excitación. Un estímulo eléctrico de intensidad relativamente baja en estas estructuras produce una descarga neuronal que se conoce como post-descarga eléctrica. Una post-descarga eléctrica es una sincronización en el disparo de potenciales de acción de muchas neuronas durante un determinado período de

tiempo, usualmente de varios segundos a un minuto. Es, de hecho, un tipo de epilepsia.

Precisamente, en los seres humanos se han descrito lo que se conoce como epilepsias focales de tipo «extático» o también «psíquico», cuyo foco se encuentra en el sistema límbico y por tanto de características electrofisiológicas parecidas a las que acabo de describir. Durante la descarga neuronal los pacientes experimentan grandes sensaciones emocionales y las describen como sentimientos que «incendian» su vida, sensaciones placenteras con arrobamiento y felicidad, aun cuando también hay casos en que los sentimientos relatados son de desesperación profunda, acompañados de desasosiego o terror extremos. Algunos pacientes, por ejemplo, describen un sentimiento hermoso y profundo que les embarga y que no pueden explicar o lo hacen con enorme dificultad. Otras veces, los contenidos de esta experiencia emocional primaria están relacionados con un sentimiento de armonía de todo lo que rodea al individuo, impregnado de cierta inefabilidad de la realidad. Algunas de estas descripciones incluyen el sentimiento de extrañeza acerca de uno mismo o del mundo que le rodea, una sensación de «no estar en este mundo», «pérdida de la realidad del mundo» o la sensación de la presencia divina y estar en comunicación directa con Dios: «Por fin lo entiendo todo». «Éste es el momento que he esperado toda mi vida». «De pronto todo tiene sentido». «He penetrado la auténtica naturaleza del cosmos».

Todo cuanto acabo de describir se aproxima mucho a las explicaciones realizadas por individuos normales que han tenido y descrito intensas experiencias religiosas. Personas, por ejemplo, que han experimentado una súbita conversión religiosa, han manifestado haber tenido antes un vacío y un sentimiento de pérdida de la realidad de sí mismos o despersonalización, junto con profundos sentimientos «luminosos». Muchas de estas descripciones incluyen las de sentirse realizado, la alegría interna de haber alcanzado una nueva realidad no descriptible, o describir la visión de una luz muy brillante a la que se le atribuye el origen de todo lo que le embarga y sucede, y todo ello relacionado con la deidad.

La pregunta aquí es ésta: ¿Qué significado tiene todo esto? ¿Son todas estas emociones y sentimientos experimentados por los pacientes, puramente el resultado de una enfermedad, de la descarga enfermiza de unas cuantas neuronas en un área concreta del cerebro? ¿Sólo los enfermos experimentan estos fenómenos extáticos? La contestación es no. Hay experiencias descritas por pacientes no epilépticos a los que se ha estimulado eléctricamente su cerebro antes de una operación quirúrgica, particularmente en áreas de la corteza parietotemporal (giro angular, área 39 de Brodmann) que han tenido sensaciones de abandonar el propio cuerpo e incluso elevarse y flotar y ver su propio cuerpo debajo de ellos (Mora, 2004).

Resumiendo con David Hume

Lo que todo esto revela, sin duda, es que el cerebro posee el sustrato último de toda

experiencia, inefable o no, lo que incluye la propia experiencia religiosa. Revela, además, que muchos de los componentes de las experiencias religiosas tienen su asiento último en el sistema límbico, por mucho que la literatura médica a este respecto esté repleta de contradicciones por lo complejo del fenómeno.

En este contexto de la neuroteología, hoy se están llevando a cabo estudios utilizando técnicas de imagen (SPECT: *Single Photon Emission Computed Tomography*) que han revelado, por ejemplo, que en el cerebro de personas que se encuentran en estado de meditación hay una alta actividad en la corteza prefrontal (procesos atencionales) junto a una inhibición de actividad de los lóbulos parietales (áreas de orientación —tiempo y espacio— del propio cuerpo), lo que justifica la experiencia subjetiva experimentada en estas personas de «que el tiempo y el espacio han desaparecido y se alcanza el infinito con la dilución del yo en el Universo». Newberg señala que «estos hallazgos no son errores ni ideas deseosas de encontrar algo. Estos hallazgos reflejan eventos reales, biológicos, que ocurren en el cerebro» (Newberg *et al.*, 2001).

De todo lo expuesto con anterioridad, la única conclusión posible hoy día, aunque sólo sea provisional, es, de nuevo, que las experiencias de los místicos, las producidas durante la meditación tras muchos años de aprendizaje, o las padecidas tras repetidas descargas o ataques epilépticos, son procesos que ocurren en el cerebro y que pueden ser activados fisiológica o patológicamente. A esta conclusión ayuda Ramachandran con la suya: «La única conclusión clara que podemos sacar de todo esto es que en el cerebro humano existen circuitos neuronales que intervienen en la experiencia religiosa y que en algunos epilépticos estos circuitos se vuelven hiperactivos». ¿Podrán la neurociencia y la neurofilosofía llegar a desentrañar algún día el significado último de estos circuitos?

El poder de la ciencia reside en la asunción de que todo es falsable; es decir, asume que toda hipótesis o teoría para explicar fenómenos puede ser falsa y que, por ello, necesita constantemente ser experimentada y argumentada desde perspectivas diversas. Dice Churchland:

La Tierra es el centro del Universo y no se mueve, dos asunciones que parecían irrefutables, seguras, necesariamente verdaderas, conocidas con certeza absoluta y como parte del plan divino. Y aun así, Galileo y Copérnico nos convencieron de que todo ello era por supuesto falso. La esencia de la discusión sobre la fe es que en ella no se critica o comprueban evidencias y se realizan argumentos. La esencia de la ciencia y el progreso, por el contrario, es que en la ciencia esto sí ocurre.

La religión, ya lo dijimos, es posiblemente una parte erradicable de la naturaleza humana y posiblemente ha proporcionado enormes beneficios al hombre, pero también enormes perjuicios y profundos y atormentados sufrimientos. Yo confío en que los conocimientos futuros sobre el cerebro humano lleven a una religión con una nueva mirada y una nueva libertad y ello, a su vez, lleve a una religión que termine siendo lo que ya en mucha

gente es, una actitud restringida al ámbito más absolutamente personal. Es posible que las creencias en un Dios terminen siendo estrictamente personales y únicas, no impuestas por persona o institución intermediaria. También es probable que el rezo y la fe se conviertan en una terapéutica personal desprendida de un sentimiento emanado de un infinito sin definir. Una mirada abierta que hará sentirse bien a quien reza y cree, pero que no afectará ni se impondrá al mundo de los demás. Esto me lleva a recordar lo que dijo Hume:

En tanto que la religión sea personal y privada y no tenga implicaciones más allá de la vida del creyente, esto puede no tener mayor importancia. Pero tan pronto como el creyente utilice sus creencias para darle una autoridad moral o política frente a los demás, entonces empiezan los problemas.

Todo lo tratado aquí es neurofilosofía, como también lo es la neuroética, la neurosociología, el neuroarte y la neuroeconomía. Éstos serán los capítulos que vienen a continuación.

CAPÍTULO 3

NEUROÉTICA

La pregunta de si el comportamiento ético está determinado por nuestra naturaleza biológica ha de ser respondido afirmativamente, ya que su constitución biológica determina la presencia de tres condiciones. Primera, la capacidad de anticipar las consecuencias de las acciones propias. Segunda, la capacidad de hacer juicios de valor. Tercera, la capacidad de escoger entre líneas de acción alternativas.

Francisco AYALA, *La Naturaleza Inacabada*

Neuroética es un esfuerzo de cómo alcanzar una filosofía de la vida basada en el cerebro.

Michael GAZZANIGA, *The Ethical Brain*

Ética, reducido como lo hace Moore en su *Principia Ethica* a su más esencial y asequible acepción, es hablar de bueno, malo, virtud, vicio, justicia, derechos y deber. Ética refiere a conductas siempre relacionadas con los otros. Coger una manzana del frutero de mi casa no es una conducta que tenga ninguna connotación ética. La misma conducta de coger la manzana, pero esta vez cogida, sin más, de la mano de un niño en la calle, es una conducta que transgrede normas de convivencia que nos hemos dado. Esa conducta, en este caso, tiene claramente una valoración ética y, además, negativa. No es procedente aquí considerar la diferencia entre ética (griego, *éthos*) y moral (latín, *mores*) ya que ambos términos serán utilizados en este capítulo, indistintamente, en relación con la idea de costumbres. Precisamente la ética o moralidad refiere al conjunto de costumbres y valores producidos y enmarcados por un grupo humano y una cultura que son los que guían la conducta social y a las normas que respetan o transgreden esos valores. Esta visión no asume la existencia de valores morales absolutos. En cualquier caso, un buen razonamiento ético es la base para vivir en sociedad de manera exitosa. El hombre, como ser social que es, vive mejor y desarrolla una conducta mejor cuando sabe a qué atenerse en su relación con los demás; es decir, si conoce y piensa bien acerca de lo que debe hacer y luego hace, o, lo que es lo mismo, si tiene un buen razonamiento moral y con él adelanta las consecuencias de su conducta.

¿Cuál es el origen de la ética? ¿Qué nos hace ser animales éticos? Dice Wilson:

Tras siglos de debate sobre el origen de la ética creo que se puede llegar a la siguiente conclusión: O bien los preceptos éticos, son independientes de la experiencia humana o bien son producto del pensamiento humano. La diferencia va más allá de un puro ejercicio para los filósofos académicos. La elección entre estas dos asunciones conlleva admitir la diferencia total en la manera que nos concebimos a nosotros mismos como especie.

Y éste es el núcleo de la cuestión. O bien la moral, el razonamiento moral, y los valores morales y las normas que derivan de ellos vienen emanados de Dios, y, por tanto, la teología tiene casi todo que decir, o bien derivan de los seres humanos mismos, de su proceso evolutivo, de su propia biología en intercambio constante con sus culturas, y por tanto, de su propio cerebro y sus códigos de funcionamiento. En este último caso, la ciencia, la neurociencia en particular y la propia filosofía (neurofilosofía) serían entonces las que tendrían mucho de qué hablar.

En esta segunda acepción está la línea de pensamiento que claramente establece que la ética, la conducta moral, tiene sus profundas raíces en la biología. Francisco Ayala ha señalado:

La pregunta de si el comportamiento ético está determinado por nuestra naturaleza biológica ha de ser respondido afirmativamente..., ya que su constitución biológica determina la presencia de tres condiciones 1. La capacidad de anticipar las consecuencias de las acciones propias 2. La capacidad de hacer juicios de valor. 3. La capacidad de escoger entre líneas de acción alternativas.

Por lo pronto, el pensamiento ético naturalista, basado en cómo funciona el cerebro, se presenta como el centro de estudio a recorrer en la búsqueda de los orígenes de la ética. Ello, como señala Churchland,

puede ayudar a desengancharnos de los muchos mitos que existen sobre la moralidad. Y liberándonos de los mitos podemos hacernos más agudamente conscientes de nuestra obligación de pensar sobre un problema en vez de reaccionar o seguir ciegamente una regla. En suma, la forma en que hoy están las cosas es la que sigue: 1. La idea de que la moralidad tiene su origen en un Dios está llena de problemas que nos sobrepasan. 2. Los mejores candidatos actuales para entender el origen de la moralidad son naturalistas. 3. La moral y la comprensión de la moralidad es muy improbable que requieran la existencia de Dios.

Abogo por este argumento empirista y por la línea ya trazada por Aristóteles y luego por Hume. Y, desde luego, con toda la línea y el pensamiento extraído de la biología evolutiva, comenzando con Charles Darwin, y por la idea de que los códigos éticos del ser humano tienen que ver y han nacido del cerebro humano a lo largo de su proceso evolutivo y ya antes en sus antecesores los antropoides.

Antropoides éticos

A la luz del proceso evolutivo no parece que el cerebro se haya construido a lo largo de cientos de millones de años esperando alcanzar, en el hombre, un conocimiento

directamente emanado por Dios y filtrado directamente al cerebro sin que éste tenga ninguna participación. El cerebro no trabaja así. El cerebro es un órgano que procesa y participa en la elaboración de todo aquello que asoma a su pensamiento o a su conducta. Las verdades éticas humanas son producto, ya lo hemos señalado, del funcionamiento del cerebro, en el contexto de su relación social con los demás. Es más, bajo esta perspectiva naturalista, la moralidad es un producto del devenir evolutivo y particularmente de los mecanismos emocionales y sociales desarrollados por los antropoides, primero, y por los predecesores del hombre, los homínidos, después. Hay una vasta literatura que muestra el repertorio amplio de conductas sociales de los antropoides y las normas que las rigen, entre las que habría que destacar, por ejemplo, la conducta de protección, enseñanza y cuidado de sus crías, los rasgos de conductas altruistas, recompensas y castigos a determinados actos, en el contexto de esa relación social e incluso amonestación y hasta censura ante ciertas conductas. Y, por supuesto, las respuestas de indignación y rabia como reacción a conductas impropias de sus congéneres.

Todo ello nos lleva a la idea de que la moral y la ética son concepciones nacidas, aun cuando de forma rudimentaria, en los parientes evolutivos más cercanos al hombre, los antropoides. De esta forma la ética pasaría de ser «verdad revelada» y «verdad absoluta» a «verdades relativas». Lo que ahora está sucediendo con estas concepciones, teniendo como fondo el cerebro, no difiere mucho de lo ocurrido con aquellas que revolucionaron otras épocas. Sirva de ejemplo cuando Charles Darwin ubicó al hombre, no como creación directa y especial de Dios, sino como producto de un proceso evolutivo en el tiempo y en el espacio de nuestra Tierra que encadena, bajo el binomio del azar y la necesidad a todos los seres vivos. O también, ¿por qué no?, cuando el abuelo de Darwin planteó en su tiempo la posibilidad de que algún día pudiese el hombre crear artificialmente la propia vida, lo que claramente cimbreó los supuestos sobre Dios como único poder capaz de hacerlo. Pero si se asume que la ética no tiene sus orígenes en los seres humanos y su cerebro, sino que se puede trazar en sus predecesores no humanos, una pregunta crucial a contestar es si la separación entre el mundo sentimental y moral humano es tal que lo hace total y absolutamente distintivo del de los antropoides. Muchos piensan que no (Griffin, 1992; Hauser, 2000; Tomasello, 2000). Pero otros muchos opinamos que la ética humana es clara y distintivamente humana, tanto que la hace verdadera y únicamente humana. Varios millones de años y de cerebro nos distancian y diferencian de los antropoides para poder hablar así. La ética humana tiene un grado de complejidad tal que como señala Damasio «la hace sólo humana. El refinamiento es humano y los códigos (cerebrales) por los que expresamos nuestra conducta ética son humanos». De esto último arranca la neuroética. Pero, propiamente, ¿a qué nos referimos cuando hablamos de neuroética?

¿Qué es neuroética?

El término neuroética se atribuye a William Safire, un periodista que lo definió como «el campo o rama de la filosofía que discute lo correcto e incorrecto de un tratamiento de, o la potenciación de, el cerebro humano». Ya en 1999 el término hizo fortuna y aparecieron afirmaciones y discusiones sobre neuroética, política y el significado revolucionario de esta nueva concepción de la ética y se formalizaron discusiones acerca de su definición (Blank, 1999). La realidad es, sin embargo, que no fue hasta los años 2002 y 2003, cuando emergió la neuroética con un gran ímpetu bajo el amparo de instituciones como el Center for Bioethics de la Universidad de Pensilvania, la Royal Society de Londres y, luego, la Fundación Dana en Estados Unidos.

Para A. R. Jonsen, miembro coorganizador de la Conferencia Dana sobre Neuroética (2002), «Neuroética es una nueva disciplina o continente inexplorado que se encuentra situado entre las dos ya populosas orillas de la ética y la neurociencia». Para Michael Gazzaniga (2005), neuroética es «el examen de cómo queremos manejar los temas sociales de la enfermedad, la normalidad, la mortalidad, los estilos de vida y la filosofía de la vida acorde a nuestro conocimiento de cómo funciona el cerebro y con ello poder ayudar a mejor definir propiamente lo que significa ser humano y cómo podemos y debemos interaccionar socialmente. Es un esfuerzo de cómo alcanzar una filosofía de la vida basada en el cerebro». Esta última definición enmarca, desde luego, muchas cosas, pero entre ellas deja entrever dos pilares o mundos en la neuroética. Por un lado, aquel que trataría todo aquello relacionado con los tratamientos, manipulación y experimentos relacionados con el cerebro humano, es decir, lo que sería propiamente la ética de la neurociencia. Y, por otro, el estudio de los procesos cerebrales que dan como producto el razonamiento, el sentimiento y el comportamiento ético humano, es decir, la neurociencia de la ética.

Levantando el vuelo

De hecho, la Fundación Dana (2002) auspició la primera reunión específica sobre el tema abordándolo desde disciplinas diferentes e incluyendo entre sus participantes tanto a humanistas como a científicos. Esa reunión se tituló «Neuroética: Mapeando el terreno». Ya después, en el año 2004, la Asociación Americana para el Avance de la ciencia organizó una reunión sobre neurociencia y derecho y en 2005 otra sobre neurociencia y religión. A partir de ahí, varias reuniones se han sucedido organizadas por varias instituciones americanas, como la reciente del Library of Congress of the USA, «Hard Science-Hard Choices», haciéndose eco y compartiendo la expectación cada vez más creciente que existe en la sociedad acerca de las implicaciones y repercusiones que en lo ético, social y jurídico tienen los descubrimientos que se están produciendo en neurociencia. Está claro que todo este movimiento tiene también, como fondo, hacer participar a la gente en las discusiones sobre el significado que tienen los descubrimientos de la neurociencia para la sociedad de hoy (Illes *et al.*, 2005).

Precisamente, en su discurso inaugural, el presidente del Simpósium Dana sobre Neuroética 2002 señaló «Bienvenidos al primer simpósium sobre una de las preocupaciones que hemos venido arrastrando en los últimos doscientos años: neuroética, el análisis de lo que es correcto y no lo es, bueno y malo, o sobre el tratamiento de, la perfección de o la no deseada invasión de y la preocupante manipulación del cerebro humano».

En esta misma reunión de la Fundación Dana ya se avanzaron estos prolegómenos:

Algunos piensan que ha sido un bautizo poco afortunado para esta nueva área que acaba de levantar el vuelo, porque la ética es el campo de los filósofos, y no ven que la ética necesita claramente de la interacción concertada de legisladores, abogados, periodistas y la misma gente de la calle tanto como a los filósofos y los neurocientíficos. Otros han sugerido que neuroética fue un término defectuoso porque la ética excluye a los filósofos no éticos y otros humanistas. Frente a estas opiniones, otros piensan que neuroética es un término perfecto y bien escogido por un número diferente de razones. Primero, porque es conciso y evocador, y segundo, porque es una triste y mal concebida impresión aquella que indica que la ética es meramente un ejercicio académico de filósofos.

En esta primera reunión se discutió y finalmente se consideró un error considerar la ética, su significado, sus orígenes y sus fundamentos, como un ejercicio mental sólo patrimonio de los filósofos, y se llegó a la conclusión de que también los científicos del cerebro, en foro abierto con ellos, y con participación, además de pensadores de otras disciplinas, e incluso de personas sin clasificación profesional, debieran opinar sobre estos asuntos. Éste es, precisamente, uno de los objetivos de la neuroética: intentar que en ese foro intervenga todo el mundo. Todos debieran poder aportar algo, algún ejemplo, alguna crítica. Por eso, la neuroética es, o debiera ser, un campo de conocimiento interdisciplinario.

Así es como la neuroética ha comenzado a tener una dimensión pública internacional. Recientemente, en un artículo publicado en *Nature Neuroscience*, por importantes neurocientíficos de varios países, se ha hecho un llamamiento acerca de la importancia que los conocimientos de esta nueva disciplina, la neuroética, tienen para la sociedad (Illes *et al.*, 2005). En el artículo mencionado se declara que

con una comprensión, que va aceleradamente en aumento, de los mecanismos cerebrales asociados con los valores y atributos más fundamentales del ser humano, existe un interés de la gente cada vez mayor en los resultados de la investigación en neurociencia y en la forma que estos conocimientos van a ser utilizados.

Vitaminas para el cerebro

Como hemos apuntado antes, dos serían, pues, las perspectivas de la neuroética. Una primera, que podríamos llamar la «ética de la neurociencia», que nacería propiamente de la bioética y una segunda, la «neurociencia de la ética», que sería la que refiere a la neuroética propiamente dicha. La primera perspectiva de la neuroética, la de la ética de la neurociencia, escapa a la mirada de este capítulo. Me estoy refiriendo a los problemas éticos que muy concretamente presenta toda experimentación en neurociencia, desde el diseño en la experimentación animal hasta los estudios en seres humanos, lo que incluye los derechos del hombre y, por supuesto, también de los animales, el diseño de experimentos alternativos que eviten el dolor, el uso de fetos o células madre para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, etc., también refiere a las consecuencias éticas y morales que pueden derivarse tanto de patologías o alteraciones halladas en los cerebros humanos como de manipulaciones o tratamientos del cerebro, bien quirúrgicos (sólo hay que recordar la historia de la psicocirugía; Mora, 2004), bien farmacológicos. Precisamente, en relación con esto último, la farmacología, señala Roskies (2002):

Supongamos que se puede desarrollar un fármaco que haga a las personas menos tímidas o más honestas o intelectualmente más atractivas con un sentido agradable del humor. ¿Qué nos puede frenar en el uso de estos «Botox» para el cerebro? ¿Debemos desarrollar fármacos que mejoren nuestra memoria o que supriman los recuerdos más dolorosos?... Y en el supuesto de que se desarrollen drogas que fueran como las vitaminas en cuanto a daño corporal, capaces no ya de tratar patologías y déficits como hasta ahora, sino de potenciar las capacidades mentales normales, ¿cómo podrían ser utilizadas éticamente? ¿No podría ser justo y ético tratar con estas vitaminas a personas para que mejoren sus capacidades y puedan ser «iguales» a otras que por naturaleza sean más listas y capaces? Y a la postre esta parte de la neuroética de la neurociencia, ¿no tendría que enfrentarse a la definición de qué es un ser humano y si todos estos procedimientos neurocientíficos lo convierten en menos o en más humano?

La neurociencia de la ética

La neurociencia de la ética sería el corazón de lo que entendemos por neuroética. Es decir, el estudio de los circuitos cerebrales y su actividad que dan como resultado al ser ético y moral. En sus raíces, la neuroética tiene su pilar básico, más robusto, en la aceptación de que lo que hoy llamamos ética depende, en toda su dimensión, del funcionamiento del cerebro y, en particular, de ciertos sistemas cerebrales trabajando en un contexto social.

¿Qué conocemos, pues, hoy de la ética y el cerebro? Para empezar, sabemos que el cerebro no parece contener centros ni circuitos neurales «éticos o morales», es decir módulos cuyo funcionamiento esté dedicado, en exclusiva, a producir los pensamientos

y la conducta ética. La conducta moral es la elaboración mental de un producto que requiere de la participación de múltiples sistemas neuronales ampliamente distribuidos en el cerebro y que unas veces elaboran conductas «morales» y, otras, distintos tipos de conductas. La elaboración de un razonamiento o juicio moral, y su consecuencia en la conducta, requiere la actividad de ciertos circuitos neurales en un reclutamiento que sigue patrones de tiempo y en el que participan muchas y diferentes áreas del cerebro, desde el sistema límbico, con las emociones y sentimientos y la memoria en contextos específicos (hipocampo y corteza cerebral), hasta las áreas de asociación de esa misma corteza cerebral, con la toma de decisiones, la responsabilidad y la propia y final cognición moral.

Todo esto, sin embargo, no quiere decir que en esos sistemas neuronales no haya nodos clave cuya lesión o alteración por drogas u otras manipulaciones pueda influir y alterar las conductas éticas. Uno de esos nodos es la corteza prefrontal. El caso más paradigmático sobre las consecuencias de una lesión en esta área del cerebro es el de Phineas Gage, cuyo daño cerebral transformó a una persona modélica en un ser con una conducta reprochable, grosera y poco respetuosa con las normas éticas más elementales (Damasio, 1994; Mora, 2004). Hoy se conoce la historia, bien documentada, de casos claros de violación de las normas éticas y la localización de los daños cerebrales obtenidos por técnicas de neuroimagen. Personas, por ejemplo, que conociendo bien las consecuencias, a veces dramáticas, que puede tener su conducta antisocial, son incapaces de evitarla. Es interesante, y lo veremos más adelante, el hecho de que estas personas no tengan alterado o destruido su poder cognitivo, porque saben lo que es correcto o incorrecto, bueno y malo, en el contexto social en el que viven, pero, sin embargo, no pueden evitar conducirse del modo en que lo hacen (Anderson *et al.*, 1999; Eslinger, 2004).

Ubicando las piezas del puzle

Hay muchas y diferentes áreas del cerebro cuya actividad ha sido involucrada en la elaboración de la conducta moral. Inicialmente fueron las autopsias post mórtem las que revelaron lesiones cerebrales en individuos con conductas antisociales o psicopáticas y moralmente perversas. Después, y ésa es la situación en el momento actual, fueron los estudios con técnicas de imagen funcional los que revelaron que, en efecto, muchas de aquellas áreas lesionadas son activadas en personas normales cuando se les pone en la tesitura de tomar decisiones con un contenido moral. Una de esas áreas cerebrales, ya lo hemos mencionado, es la corteza prefrontal. De hecho, se distinguen diferentes subáreas de esta corteza, cada una de las cuales aporta funciones y matices diferentes, como la parte más anterior del polo prefrontal, la parte más medial y lateral de la corteza orbitofrontal, la corteza prefrontal dorsolateral (principalmente en el hemisferio derecho) y las partes ventromediales de esa corteza prefrontal. Además, también se ha observado

que participan en la elaboración de la conducta moral las partes más anteriores del lóbulo temporal, la región del surco temporal superior y la corteza cingulada anterior, así como áreas subcorticales, principalmente del sistema límbico o cerebro de las emociones, tales como la amígdala, el hipotálamo ventromedial, los núcleos septales, estriado ventral (núcleo acumbens) y pallidus, zonas alrededor del tercer ventrículo y partes del tronco cerebral en su parte más anterior (Moll *et al.*, 2005).

Creo que merece la pena destacar las funciones atribuidas a algunas de estas áreas cerebrales en su relación específica con la conducta moral. Por ejemplo, lesiones de la parte más anterior de la corteza prefrontal producen en las personas una pérdida del sentimiento de culpa. Ello les impide poder valorar las consecuencias de sus conductas a largo plazo. Lesiones de las áreas ventrales de la corteza prefrontal darían lugar a cambios severos de la conducta social al romper el individuo todo vínculo con los valores y las normas éticas preestablecidas. Por ejemplo, conductas sexuales aberrantes. Es interesante que cuando las lesiones de esta área del cerebro, bien por traumatismos u otras causas, se producen a edades muy tempranas (niños) los defectos producidos son más dramáticos que los encontrados en personas adultas. Se piensa que ello es debido a que, como consecuencia de la lesión, los niños nunca habrían aprendido, «interiorizado», estos valores y normas, y por tanto no los conocen. Por el contrario, el adulto, cuya lesión se produce tras haber aprendido estas normas generales, sí las conoce (están grabadas en circuitos de otras áreas del cerebro). Esto justifica que estas personas, que han padecido o padecen estas lesiones cuando adultas, saben perfectamente que están transgrediendo las normas pero señalan «no poder evitarlo». Así pues, los niños con estas lesiones no son conscientes, no saben que transgreden normas, los adultos, por el contrario, sí lo saben. Personas con lesiones de las partes ventromediales de la corteza prefrontal han mostrado consistentemente su incapacidad para la toma de decisiones morales (Saver y Damasio, 1991; Bechara *et al.*, 1994; Anderson *et al.*, 1999). Por ejemplo, cuando a estos pacientes se les muestran fotografías o dibujos representando escenas de contenido emocional moral, sobre los que tienen que tomar una decisión, no tienen una respuesta acorde. En otras palabras, estos pacientes no parecen tener resonancia emocional con los demás y han perdido la guía que les orienta en sus razonamientos y juicios morales. Por ejemplo, ante un niño herido estos pacientes no reaccionan prestándole ayuda. Estos datos se observan reforzados por otros en los que, utilizando resonancia magnética, se ha podido ver que en personas normales que miran escenas, dibujos o fotografías que tengan un contenido emocional moral se activan en su cerebro esas mismas áreas ventromediales de la corteza prefrontal (Moll *et al.*, 2002).

Por último, la corteza orbitofrontal. Lesiones de esta área provocan una incapacidad para las conductas que requieren desconexión en las relaciones emocionales-sociales ya establecidas. Por ejemplo, dejar de visitar a una persona con la que ha habido un vínculo afectivo y emocional fuerte pero que ya no existe, o dejar de visitar al médico aun cuando se le ha indicado reiteradamente que ya está curado y que no tiene que volver a

la consulta. Esta área cerebral parece, pues, necesaria para guiar una conducta moral y social apropiada en la edad adulta. Es interesante que, al igual que con las lesiones que antes hemos descrito, una lesión en esta área de la corteza orbitofrontal en los niños también tiene consecuencias patológicas diferentes a las encontradas en adultos. Efectivamente, tests adecuados han mostrado la pobreza moral de estos jóvenes que, a medida que cumplen años, mantienen una conducta pobre y egoísta similar a la de un niño de corta edad, mientras que cuando las lesiones se producen en personas ya adultas no provocan alteraciones en los tests (puesto que estas personas en su momento ya aprendieron valores y normas, y las recuerdan) pero sí cambios de su conducta moral en la vida real.

A todo ello se acumulan, día a día, datos de la neuropsicología que nos permiten añadir nuevas piezas al puzle. Así, se han visto déficits muy curiosos. Por ejemplo, se ha podido comprobar utilizando tests adecuados, que una lesión muy concreta de la parte más anterior del lóbulo temporal produce una incapacidad en la apreciación y reacción emocional ante situaciones que envuelvan conceptos sociales específicos, como, por ejemplo, «honor» o «envidia».

Sin duda, la neuropsicología y la misma neurociencia están todavía muy lejos de poder trazar los circuitos neuronales que subyacen a la elaboración de la emoción o el razonamiento moral, pero sí es verdad que ya se empiezan a conocer como hemos visto, algunas piezas que parecen componer el dibujo de la moralidad en el cerebro. Es evidente, sin embargo, y éste es precisamente un tema clave en esa conjunción de esfuerzos entre neurocientíficos y filósofos que requiere la neuroética, que investigar en el cerebro los mecanismos que elaboran la conducta moral (y aquellos que la alteran) requiere delimitar muy bien las preguntas que hay que hacer para obtener en las correspondientes investigaciones las respuestas más adecuadas. Esto, obviamente, es muy complejo. Por ejemplo, la teoría ética tradicional ha utilizado siempre las nociones filosóficas de intencionalidad, toma de decisiones, yo, libre albedrío, responsabilidad, etc. La cuestión es ¿Cómo se puede buscar el libre albedrío en el cerebro? «Eso», en el cerebro, puede significar la activación y el ensamblaje funcional de muchos y diferentes circuitos neuronales. ¿Dónde empezar a buscar? En esa búsqueda de preguntas inteligentes, y mientras éstas se encuentran, varios caminos han sido trazados en las investigaciones actuales, entre los que destacan el estudio de las emociones y sentimientos morales y las bases neuronales de los juicios morales (Casebeer, 2003).

Emociones y sentimientos morales

Cuando de pronto, en la calle, vemos un niño de pocos años llorando, al que alguien está regañando o incluso pegando, tenemos una reacción inmediata. Ésta es una reacción emocional moral. Reacción que nos lleva a «razonar» sobre la situación, a enjuiciarla y, eventualmente, a actuar. De nuestro juicio se desprende una conducta u otra. No es lo

mismo que tal situación esté producida por la amonestación, por muy severa que ésta sea, de un padre que de un desconocido. Lo que trato de decir es que las emociones y los sentimientos son centrales como primer «aguijonazo» a la hora de establecer un juicio moral. Las emociones son la reacción a los estímulos que marcan los valores aprendidos de bueno o malo y son, por tanto, una guía que, por ejemplo, en el caso de «bueno» y, a través de la empatía de grupo, sirven para coordinar acciones y conductas morales. Las emociones básicas, como aquellas que se experimentan ante la comida o la relación sexual, se convierten en emociones morales a través del control (corteza prefrontal) que el individuo ejerce sobre ellas al estar en un contexto social. Frente a los animales, el ser humano controla estas emociones y motivaciones y las adecua al contexto social en que vive. Así, al contrario que los animales, el ser humano no duerme cada vez que tiene sueño, ni se abalanza sobre la mesa llena de alimentos durante una reunión social ni se impone o agrede sexualmente cuando le gusta una pareja o está deprivado de sexo, sino que adapta su conducta a los valores y normas que tiene ese determinado grupo social.

Las emociones y los sentimientos «éticos», como el orgullo, la admiración, la compasión o el agradecimiento, evocan sucesos específicamente éticos que involucran a los demás y con ello nos motivan a considerar el bienestar y el respeto de otros seres humanos. La ética, sin la emoción y los sentimientos, quedaría sin el encendido y el color que da significado al mundo en general, y al mundo moral en particular. De la transgresión de estos sentimientos, valores y normas es de donde arrancan también esos otros sentimientos de culpabilidad, azoramiento o vergüenza, ejemplos todos ellos de emociones y sentimientos morales. Dependiendo de la situación, otras emociones como el disgusto, o la indignación o la rabia pudieran también ser consideradas como emociones morales. De todo cuanto acabo de decir se podrían sacar buenos ejemplos, como el orgullo de ser un padre responsable (valor moral), una persona honesta (valor moral), no robar (norma moral) o sentir vergüenza e indignación por la violación de estos valores y normas.

El estudio de la relación entre las diversas áreas de la corteza prefrontal y su relación funcional con el sistema límbico o cerebro emocional ha aportado bastantes datos clarificadores acerca de los sustratos neuronales de este tipo de emociones. En particular la corteza prefrontal, ya lo hemos visto, cuya enorme expansión en el hombre ha permitido el control de las emociones y motivaciones básicas a un nivel nunca alcanzado en los antropoides (el control de la sexualidad, del hambre, de la sed o del sueño), y cómo su lesión impide el desarrollo de una conducta moral normal. Lo que cada vez está más claro, a la luz de los hallazgos de la actual neurociencia, es la función clave de la corteza prefrontal en la toma de decisiones morales y la cognición social. Desentrañar esos códigos de funcionamiento nos debe llevar a conocer en profundidad por qué se respetan más fácilmente unos valores que otros o por qué se instrumentan unas normas más férreamente que otras.

¿Qué decisión tomaría usted?

Imaginemos una situación como la siguiente. Usted se encuentra en un supermercado y ve de pronto cómo, por un pasillo, corre un carrito fuera de control que va a chocar inevitablemente contra cinco personas. Y sigamos imaginando, ante esa situación usted podría tener la posibilidad de echarse sobre el carrito y desviar su dirección de modo que ahora choque contra una sola persona. ¿Qué haría usted? ¿Pensaría que es una acción moral más «buena» evitar que el carrito hiriese o matase a una sola persona en vez de a cinco? ¿O sería para usted lo mismo? La escena que acabo de describir ampara lo que se conoce como razonamiento moral abstracto (Greene *et al.*, 2001). Otros ejemplos de razonamientos morales serían los siguientes. Suponga que conduce por un camino y escucha los lamentos de una persona entre los árboles cercanos. Usted detiene su coche, se baja a ver qué ocurre y encuentra a un hombre tendido en el suelo con las piernas ensangrentadas. La inclinación más inmediata es ayudar a esa persona y llevarla al hospital más cercano. Pero inmediatamente, tras tomar esa decisión, no puede evitar pensar que cuando haga tal cosa la tapicería de su coche se manchará de sangre, dejando rastros permanentes y que además nadie le va a pagar una nueva. ¿Qué decisión final tomaría usted? Para el común de la gente, sería profundamente inmoral dejar morir a aquel hombre simplemente porque una tapicería se manchara, aun de modo permanente (Greene, 2003). Pero a pesar de todo hay personas que elegirían no prestar la ayuda.

Pensemos en este otro caso. Una institución muy seria le dice que hay una terrible hambruna entre la población de un país lejano del que incluso usted nunca ha oído hablar, pero que puede ayudar de una forma decisiva aportando un donativo. ¿Qué decisión tomaría usted? En este segundo caso la mayoría de la gente pensaría que no es inmoral la decisión de no entregar la ayuda o la donación y que se trataría pura y simplemente de una libre elección sin mayores implicaciones morales. La pregunta ahora es ésta: ¿Por qué si se trata de casos muy similares, esto es, de ayudar a personas, en un caso es claramente inmoral la decisión de no ayudar y en el otro puede no serlo? Y en la misma línea: ¿Por qué llama a nuestro sentimiento moral más íntimo ayudar a un conocido que comparte con nosotros raza, idioma, valores sociales y credo religioso pero no ocurre así con personas que no comparten con nosotros nada de eso? ¿No se trata en ambos casos de ayudar a la gente? ¿Acaso no son ambos seres humanos? Éstos son, pues, una vez más, razonamientos morales. La diferencia es que unos refieren a una situación personal directa (hacemos un juicio moral «cara a cara» con la situación) y otros son situaciones personales indirectas o si se quiere impersonales (no se conoce a la gente implicada). La neurociencia está al principio de poder acercarse, sobre la base del funcionamiento del cerebro, alguna respuesta a este rompecabezas moral. Un estudio reciente ha mostrado que en cada uno de los dos casos antes mencionados se activan áreas diferentes del cerebro, siendo, además, las áreas cerebrales relacionadas con la emoción (amígdala) y la cognición social (corteza prefrontal) las que se activan más

intensamente en el caso de los razonamientos morales personales que en los impersonales (Greene, 2003). ¿Por qué es así?

Mirando a los códigos del cerebro

Parte de la respuesta a esta última pregunta podría encontrarse en los códigos de funcionamiento más primitivos de nuestro cerebro y adquiridos a lo largo de la evolución. Wilson reflexionaba en esta línea de pensamiento evolutivo indicando que «estamos inclinados, de modo innato, a ignorar cualquier cosa muy lejana y menos si se requiere que ésta sea examinada cuidadosamente». ¿Por qué actuamos con esta cortedad de miras? Señala Wilson que «la razón es bastante simple: la gente obedece a códigos de conducta muy sólidamente anclados en lo más profundo de nuestro cerebro paleolítico». Y es que estos códigos, que son fundamentalmente emocionales, dan significado a las relaciones humanas que se han establecido en una convivencia con poblaciones muy pequeñas de seres humanos; es decir, en una relación «cara a cara». La necesidad imperiosa de relaciones interpersonales su sentido, de supervivencia, nace de eso: «yo te miro y tú me ayudas porque luego te puedo ayudar yo a ti». Con esa cercanía física, los códigos cerebrales «morales» que se activan son códigos morales emocionales y de significado de supervivencia profundos. Sin esa cercanía física los códigos cerebrales que se activan son otros, más cognitivos, más fríos, y por tanto, más alejados de ese sentido profundo, inmediato, de supervivencia.

De todo lo expuesto se puede deducir que a lo largo de la evolución humana las conductas altruistas que se han desarrollado, ancladas profundamente en el cerebro, son las que nos dirigieron a ayudar a otros en serias necesidades, pero sólo directamente en esa inmediatez de la que arranca la poderosa reacción emocional que enciende el razonamiento y le da vida. ¿Qué quiere decir todo esto para la ética? La respuesta habría que buscarla, una vez más, en cuanto he señalado más arriba; es decir, ignoramos las peticiones de las personas más pobres del mundo que viven en países alejados, no porque ello no tenga implícitamente una connotación moral, sino porque dada la forma en que están contruidos nuestros cerebros, la gente necesitada que es cercana y personal, enciende nuestras teclas emocionales, cosa que no ocurre con las gentes necesitadas que no conocemos. Hemos adquirido códigos y mecanismos para montar, sobre una primera impronta emocional, los razonamientos y juicios morales rápidos y con ellos una respuesta social inmediata. Esto ha sido claramente seleccionado durante la evolución. Como corolario se deduce que durante ese mismo proceso evolutivo, el desconocimiento de la existencia de otros seres humanos distantes y lejanos a nuestro entorno no ha sido, lógicamente, una presión selectiva para los códigos de supervivencia de nuestro cerebro.

Haciendo resumen

Uno de los argumentos más fuertes de muchos filósofos de la moral es que la investigación científica, la neurociencia en este caso, puede ayudar muy poco a su trabajo, fundamentalmente porque la ciencia trata con las cosas que «son», mientras que la ética trata con las cosas que «debieran ser». Sin duda, existe una distinción crucial entre lo que «es» y lo que «debe ser», pero aun así, y en tanto que ambas concepciones —«es» y «debe ser»— son alumbradas por el cerebro humano, está claro que la neurociencia, y más en concreto la neuroética, tiene implicaciones profundas que acercará a ambas concepciones y quizá, lo que definitivamente es más sobresaliente, nos preparará para poder reevaluar nuestros valores morales y nuestras concepciones de la moralidad. Con todo, yo confío que una maduración de la moralidad humana acaecerá como consecuencia de los nuevos conocimientos que nos aporte la ciencia del cerebro. Y, desde luego, de esa convergencia entre neurociencia y filosofía, que hemos venido en llamar neuroética. Y estoy seguro, además, que, aun cuando impredecible en el resultado, sólo gracias a la investigación experimental del cerebro humano y el descifrado de su funcionamiento, podremos ser capaces de encontrar una ética más universal. Ética universal que dependerá, además, y en gran medida, de la sabiduría con que leamos e interpretemos esos códigos de funcionamiento del cerebro.

CAPÍTULO 4

NEUROSOCIOLOGÍA

Las ciencias sociales continuarán dividiéndose en cada una de sus disciplinas, un proceso que ya ha comenzado... Este proceso continuará pero de una forma radicalmente diferente. En este proceso las humanidades, desde la filosofía y la historia hasta el razonamiento moral, el estudio comparativo de las religiones y la interpretación de las artes, marcharán muy cerca de la ciencia y parcialmente se fundirán con ella.

Edward O. WILSON, *Consilience*

Como seres conscientes, inteligentes y creativos, que viven en un medio cultural, los seres humanos han sido capaces de refinar las reglas que gobiernan las conductas éticas y transformarlas en Derecho y dar lugar a la aplicación del Derecho en lo que llamamos Justicia.

Antonio R. DAMASIO, Dana Foundation Symposium

Afirmar que el ser humano es un ser esencialmente social no necesita de mucho soporte filosófico. En su misma esencia, tanto evolutiva como de desarrollo, el hombre necesita «hacerse humano» aprendiendo y jugando con sus congéneres y con ello adquiriendo la percepción sensorial y la conducta motora, la emoción y los sentimientos, el habla y la cognición (Mora, 2001). Sin los demás, el hombre desbarata su naturaleza, pierde su pensamiento y su conducta más genuina y simplemente sucumbe y se enajena. Esto lo hemos visto en los seres humanos aislados a los pocos años tras el nacimiento, o conviviendo con primates en la selva (Mora, 2001; 2002). El hombre es claramente dependiente de su entorno social y menos de sus genes. No en vano el ser humano conforma y desarrolla tras el nacimiento casi el 70 % de su cerebro en interacción constante con su medio ambiente y los demás. Pero el hombre necesita a los demás no sólo durante la niñez, la adolescencia o la juventud, sino a lo largo de toda la vida. El éxito de un individuo o la supervivencia de la especie misma es muy dependiente de las habilidades y talentos que éstos tengan para interactuar unos con otros en la sociedad en que viven. Es más, como demuestran muchos estudios recientes, las personas bien adaptadas socialmente tienden a vivir más y con menos enfermedades.

Los paleoantropólogos han reconocido desde siempre y confirmado con sus hallazgos en el hombre primitivo, el tremendo desarrollo de la inteligencia social. Y es que en su evolución, el cerebro del hombre, ha embebido en sus circuitos neurales esa inteligencia como elemento esencial de su supervivencia. Y aun cuando controvertidos, no dejan de ser interesantes algunos datos que muestran una correlación entre tamaño o capacidad craneana y tamaño de grupos de convivencia (número de individuos en el grupo) desde el *Homo erectus* hasta *Homo sapiens sapiens* (Mithen, 2005). Desentrañar, pues, los códigos básicos que se han desarrollado durante el proceso evolutivo y que gobiernan nuestra más primigenia naturaleza social debe servirnos para explicar los parámetros que

rigen nuestra convivencia, es decir, el valor más genuino de estar juntos.

Pero ¿a qué nos referimos hoy cuando hablamos de sociología? La sociología tiene como objeto de estudio el comportamiento de los humanos como seres sociales. Es una disciplina con un inmenso campo de investigación. En su *Tratado de Sociología* de revisión reciente, señala Giddens:

A comienzos del siglo XXI, vivimos en un mundo enormemente preocupante, aun cuando lleno de las más extraordinarias promesas para el futuro. Es un mundo pletórico de cambios, marcado por profundos conflictos, tensiones y divisiones sociales, así como por los destructivos ataques de la tecnología moderna al entorno natural. Sin embargo, tenemos posibilidades para controlar nuestro destino y mejorar nuestras vidas, cosa harto inimaginable para generaciones anteriores. ¿Qué dirección tomará el cambio en el futuro? Estas cuestiones son la preocupación primordial de la sociología; una disciplina que, por consiguiente, tiene que desempeñar un papel fundamental en la cultura intelectual moderna.

¿Qué es neurosociología?

Neurosociología es, en esencia, una aproximación a entender los parámetros que rigen las interacciones sociales basadas en la lectura de los códigos con los que funciona el cerebro humano. Neurosociología y neuroética serían así parte de un *continuum*. Y es que a medida que conozcamos qué áreas y circuitos del cerebro son claves para la cognición social (como, por ejemplo, las muchas y diferentes áreas de la corteza prefrontal y cómo éstas han ido apareciendo a lo largo de la evolución para cumplir qué funciones), llegaremos a conocer gran parte de la organización de los procesos mentales que nos agrupan en sociedad. También saber las funciones del sistema límbico, en el que residen las emociones, nos debe proveer de conocimientos acerca de los fundamentos neurales de la empatía y la aceptación o rechazo social. Todo ello está en el corazón de lo que hemos venido en llamar neurosociología.

Preguntas como las que siguen están en el centro de la neurosociología. ¿Qué me ha hecho reaccionar así ante esta persona? ¿Qué mecanismos cerebrales nos agrupan detrás de las ideas, sean éstas por afinidades intelectuales (coleccionismo, asociaciones humanísticas y científicas diversas), políticas, sexuales o religiosas? ¿Qué constituye en el cerebro ese «cemento» emocional que nos agrupa a unos frente a otros en una misma sociedad? Grupos con identidad suficiente para enfrentarse a otros grupos, bien en debate intelectual o en luchas abiertas. ¿Cómo opera el cerebro para crear estos agrupamientos? ¿Qué códigos utiliza? ¿Por qué agresión y no empatía?

Sociedad y complejidad

Nuestra observación de la conducta de otras personas nos permite, gracias al aprendizaje, guiar nuestra conducta social. De este modo sorteamos e interaccionamos con los otros aproximándonos a ciertas personas y evitando otras. Así, clasificamos a las personas, siquiera sea inconscientemente, en interesantes, agradables, atractivas, aburridas, inspiradoras de confianza o de desconfianza, etc. Y con algunas entramos en franca y fácil sintonía a través de ese fenómeno psicológico que llamamos empatía. Y a través de esa sintonía creamos pequeños grupos sociales que operan como individuos sociales.

Precisamente de la empatía, uno de los fenómenos psicológicos más reconocidos en las transacciones sociales humanas y de gran valor en esas relaciones, se conoce bien poco sobre sus pilares cerebrales. Sí sabemos que se trata de sintonía aquello que aproxima unas personas a otras y que la primera impresión de un primer encuentro tiene un valor inestimable. Sin embargo, la verdadera empatía arranca de algo a más largo plazo, pues tras esa primera impresión gratificante, puede, o no, que se desarrolle una verdadera relación de confianza o se pierda en desconfianza. Ello requiere tiempo e interacción social entre los individuos. La empatía, se ha dicho, es un «adhesivo social» de una gran importancia en la comunicación. Es un fenómeno misterioso para cuyo establecimiento no sólo vale, como hemos señalado antes, la primera impresión o el tiempo transcurrido y el lenguaje emocional utilizado, sino otra miríada de ingredientes que van desde los ambientes en los que se desarrollan esas relaciones hasta la conjunción de intereses, tanto emocionales como sociales. ¿Qué hay detrás de todo esto en el cerebro?

La cara triste de un niño

La empatía descansa fundamentalmente sobre las emociones que, claramente, desempeñan un papel básico y esencial en toda interacción social. De hecho, las emociones son, en sí mismas, un lenguaje de comunicación. Pero en el mundo social las emociones tienen, además, sus propias características definitorias. Por ejemplo, hay reacciones emocionales sociales que tienen valor por sí mismas independientes de un determinado contexto. Como lo puede ser la compasión que inspira «la expresión triste de la cara de un niño», reacción emocional que, por otra parte, es transcultural. De este fenómeno ya he hablado en muchas otras partes (Mora, 2001; 2002; 2004). La tristeza, ese patrón de contracciones y relajaciones musculares de la cara, es reconocida por todos los seres humanos y genera, además, respuestas como son aquellas de buscar y dar amparo, ayuda y protección, funciones claramente sociales. Junto a ello, las emociones sociales son reacciones unidas muy estrechamente a estímulos que implican valores y normas éticas (la indignación ante un padre irresponsable o ante un ladrón, el orgullo ante el comportamiento honrado de un hijo o un allegado). Las conductas que se desvían de estos valores refuerzan y producen reacciones emocionales diferentes (por ejemplo, satisfacción cuando uno apoya estos valores o culpabilidad cuando uno falla en hacerlo).

La emociones sociales nos llevan a hacernos conscientes de su valor cuando comprobamos la rapidez con la que, basados en ellas, emitimos juicios sobre otras personas. Esto último lo ilustra el siguiente estudio. En él se mostró a una serie de personas diversas fotografías pertenecientes a candidatos a ocupar un puesto en el Congreso de los Estados Unidos. La exposición de cada fotografía duró un segundo. Tras ello se les pidió que, a su juicio, indicaran la capacidad relativa de estas personas para ser elegidas. El resultado fue que predijeron correctamente lo que ocurrió en aquellas elecciones en un 70 % de los casos. ¿Cómo es posible tal cosa con sólo la mirada a una fotografía durante un solo segundo de exposición? Parece claro que lo que se produce es una primera impronta emocional que tiene un valor extraordinario como elemento predictivo. Impronta emocional que parece ser el encendido, la guía inicial, del proceso de razonamiento y conducta. Es esa reacción o intuición primera «llena de sabiduría» que, como impresión, nos balancea ya hacia un lado u otro en nuestra toma de decisiones y nos acerca a distinguir lo correcto de lo incorrecto, lo bueno de lo malo (Mora, 2006). De este estudio se pueden sacar conclusiones políticas y sociales importantes, puesto que lo que nos están indicando estos resultados es que una manera rápida e irreflexiva (emocional) contribuye de un modo poderoso a la decisión del voto, lo que antes, sin embargo, siempre se pensaba que estaba basado en consideraciones racionales concienzudas.

El cerebro emocional o cerebro límbico (Mora, 2001) es el responsable de la elaboración de estas respuestas, en particular dos de sus estructuras, la amígdala y la corteza orbitofrontal. Una serie de estudios recientes utilizando técnicas de resonancia magnética funcional han mostrado ser relevantes en este contexto (Winston *et al.*, 2002). En un estudio, y durante los registros cerebrales, se mostraron a un determinado número de personas una serie de fotografías y se les pidió que indicaran si la cara que allí aparecía se correspondía con la de una persona honrada o no. El análisis reveló una alta actividad de la amígdala cuando las caras mostradas en las fotografías fueron clasificadas como de personas no honradas. Estos hallazgos están en consonancia con otro estudio en que personas con lesiones de ambas amígdalas y ante un test similar fueron incapaces de juzgar acerca de la posible falta de honradez o desconfianza que les inspiraban las personas. Además, es curioso la alta selectividad de la amígdala en el sentido de que varios otros estudios han mostrado que siempre se activa ante la visión de caras que expresan desagrado o miedo, lo que, de nuevo, estaría de acuerdo con los hallazgos anteriores. Quizá lo interesante de estos estudios fue la fijeza y rapidez de las respuestas de la amígdala que fueron, además, independientes del contexto en el que se mostraron las fotografías (caras solas o junto a un paisaje o diferentes entornos). Todo esto contrasta con la activación de la corteza orbitofrontal que mostró, sin embargo, un patrón mucho más complejo. El nivel de activación de esta área del cerebro estuvo más bien relacionado con el grado de confianza u honradez que inspiró la cara, pero además fue dependiente de las condiciones en que se vio la cara y los entornos de la misma.

Todo esto sugiere que la amígdala contribuye a las respuestas emocionales rápidas y automáticas e independientes de cualquier contexto, mientras que la corteza orbitofrontal contribuye a las respuestas emocionales sólo en el marco de una evaluación consciente particular.

Intuyendo lo que otros piensan

La neurociencia comienza a desentrañar las áreas del cerebro que se activan durante las relaciones sociales humanas y poco a poco se adentra en conocer cómo se elabora esa empatía; además de la intencionalidad, la responsabilidad, la culpabilidad y un largo etcétera de conceptos arrancados de la psicología y la filosofía. La relación social humana es un hecho extraordinariamente complejo que conlleva la actividad de multitud de procesos en el cerebro. Entre ellos se encuentran la percepción de las intenciones de los otros, sus estados mentales y, por supuesto, la percepción del estado emocional de los otros y de uno mismo.

Para participar en interacciones sociales que sean positivas, uno debe reconocer que los otros tienen sus propias experiencias e intenciones y por supuesto un motivo último para esa interacción social. La capacidad que una persona tiene para intuir o representar en su propio cerebro o en su mente la perspectiva psicológica que tiene la otra persona le permite predecir la conducta de los otros.

Amodio y Frith, 2006

Efectivamente, la capacidad que tienen los seres humanos de imaginar, comprender o intuir lo que los otros están pensando y adelantar con ello cuáles son sus intenciones y sus estados emocional y mental es, sin duda, fundamental para toda interacción social. Es lo que se conoce como Teoría de la Mente (Mora, 2004). Estas capacidades son las que permiten prejuizar cómo pueden reaccionar los demás en respuesta a una determinada acción nuestra y poder predecir con ello las consecuencias de nuestras acciones. Estudios recientes parecen indicar que un circuito entre la corteza orbitofrontal (particularmente las áreas 9 y 10 de Brodmann), la amígdala y el surco temporal superior son básicos para la elaboración de estas funciones.

Las últimas investigaciones han mostrado que una persona puede intuir, guiada por pistas visuales que ve en la cara del otro, cuándo esta otra persona va a realizar una determinada acción, por ejemplo, un movimiento concreto. Este hecho ha venido avalado por otros estudios en los que el registro simultáneo de la actividad de las áreas premotoras de la corteza frontal de dos personas, una de ellas sólo observadora y la otra ejecutora de un movimiento, se activan simultáneamente. Es más, los registros de la actividad de una sola neurona de esa misma área en el primate (la corteza premotora) han demostrado que, tanto en el primate que hace un determinado movimiento como en el

que observa dicho movimiento se activan neuronas en esa corteza frontal premotora. A estas neuronas se les ha venido en llamar «neuronas en espejo» (Rizzolatti *et al.*, 2001). Esto indica que cuando un animal ve al otro hacer un movimiento, su corteza premotora genera órdenes motoras incipientes «de copia» de ese mismo movimiento. Estas señales podrían quizá interpretarse como mecanismos cerebrales a través de los cuales se realiza una estimulación interna tras o durante la realización de la conducta de otros, lo que facilitaría la cooperación o interacción social. Y aun cuando no del todo claro, estos circuitos han sido considerados también importantes para la ejecución de un juicio moral sano.

Pensando mal de ti

La convergencia de la sociología cognitiva con la neurociencia, particularmente en estudios de pacientes con determinadas lesiones cerebrales, y también con el estudio de personas normales utilizando técnicas de imagen cerebral, nos debe proveer conocimiento acerca de qué circuitos neuronales son el sustrato de las relaciones sociales. Esta área de estudio se ha venido recientemente a denominar neurociencia cognitiva social. Áreas cerebrales cuya actividad ha sido relacionada con estos procesos (además del ya señalado anteriormente) incluyen la corteza orbitofrontal, la corteza prefrontal medial, la corteza cingulada anterior y la posterior, la corteza temporal más anterior y diferentes áreas parietotemporales.

Ya empezamos a conocer que las neuronas de diversas áreas específicas y concretas de la corteza prefrontal se encienden como bombillas muy selectivamente en relación con una determinada conducta de interacción social, lo que incluye la percepción de la persona con la que entramos en contacto o la capacidad de hacer inferencias sobre su pensamiento y estado emocional, o también sobre si esa interacción está resultando gratificante o desagradable. Por ejemplo, utilizando resonancia magnética funcional se ha visto que la corteza orbitofrontal se activa preferentemente en relaciones sociales asociadas a la obtención de castigos o recompensas. Esto concuerda con los hallazgos de la neuropsicología en los que las lesiones de esta área del cerebro pueden manifestarse en múltiples y diversas patologías sociales. Algunas lesiones muy pequeñas se han correlacionado, por ejemplo, con una sociopatía muy sutil consistente en no poder modificar el discurso verbal en función a la conversación mantenida con alguien en respuesta a sus propuestas, sobre todo si las respuestas del otro resultan o tienen un tinte negativo. En otras palabras, las personas con estas lesiones mantienen una conversación relativamente «rígida» y ajena al discurso «del otro», y sin entrar plenamente en respuestas y preguntas del otro. Aspecto que podría pasar por «normal» en el infinito arco de variables y connotaciones de una conversación.

Otro ejemplo ilustrativo de cuanto venimos diciendo es la participación de la parte más anterior del polo frontal en conductas sociales complejas durante las que se hacen

juicios o se toman decisiones que repercuten en el estado «emocional íntimo» (sentimientos que refieren a la misma persona que hace el juicio). Tal ocurre, por ejemplo, cuando se toman decisiones tras las cuales se van a ver afectados los intereses de un hijo. Es curioso, sin embargo, que esta misma parte del cerebro no se activa cuando esta persona toma decisiones que afectan a individuos ajenos a su entorno personal o familiar, o cuando juicios similares se hacen sobre cosas, objetos inanimados de cualquier tipo o animales (por ejemplo, esta área se activa si pienso que alguien piensa «mal» de mí, pero no si pienso que una piedra puede caérseme encima o que mi perro «piense mal de mí» cuando lo dejo encerrado en casa).

Las relaciones sociales alcanzan grados de complejidad tan elevados que hoy es todavía prematuro adscribir sus elementos o componentes a la actividad de áreas muy concretas del cerebro. En cualquier caso, parece evidente que el cerebro, a lo largo del proceso evolutivo, ha ido añadiendo pequeñas piezas a ese «rompecabezas cerebral social» con nuevos significados. En la lectura de esos significados se encuentra en la actualidad la neurociencia cognitiva social.

Una sociedad de 130 individuos

Precisamente, *Neurosociología* comienza con la pregunta sobre el origen evolutivo de las relaciones sociales y su problemática. Ya en ese origen y durante la construcción del cerebro humano, proceso tan apasionante como profundamente desconocido y que va del australopitecino al *Homo sapiens*, los hombres han vivido juntos y construido juntos sus cerebros en grandes espacios abiertos (Mora, 2001). Y siempre han vivido juntos en pequeños grupos homogéneos de raza y costumbres que en ningún caso, al parecer, han sobrepasado los 130 individuos. En el difícil proceso, de esos pocos millones de años que ha durado la hominización, la homogeneidad y cohesión social ha debido tener un gran valor de supervivencia. Esto quiere decir que todo aquello que está fuera del grupo y del más inmediato entorno y además es diferente, es considerado rompedor y generador de desconfianza y agresión, muy particularmente otros seres humanos, que aun con el mismo color de piel, tienen diferentes anatomías, hablan de forma diferente, se pintan de forma diferente, emiten sonidos diferentes y tienen conductas y valores diferentes. La diferencia vista así siempre ha creado agresión y violencia por la simple razón evolutiva de que produce inseguridad y desafía la supervivencia. Ésos son códigos sociales que posiblemente se encuentran grabados a fuego en el cerebro.

Hoy, el *Homo sapiens sapiens*, con este invento hipertrofiado que llamamos cultura, se ha reunido en bandas de miles de individuos y hasta de cientos de miles y de millones, alrededor de esos habitáculos de cemento grises que constituyen las grandes concentraciones urbanas y en conglomerados sociales multirraciales. ¿Acaso ello no ha contribuido a potenciar la agresión y la violencia innata del ser humano, que ha puesto de manifiesto en las calles, en las guerras y en todas las barbaries mundiales? Sin duda

que el aumento de la población mundial y el choque y mezcla de razas y culturas ha sido un ingrediente importante para incrementar esos problemas sociales que nos embargan en este siglo y ha generado además ese estrés desahogado y con él la aparición de patologías nuevas.

Imágenes, decodificación y muchas preguntas

¿Estamos violando los códigos que todavía funcionan en nuestros cerebros desde hace millones de años y que siguen queriendo regir la convivencia social más genuina, aquella de la interrelación social homogénea de pocos individuos en grandes espacios abiertos? ¿Convendría en el diseño de una sociedad futura salir de las grandes ciudades y contemplar volver a vivir en grupos sociales pequeños y abiertos a grandes espacios? ¿Nuevas arquitecturas y nuevos tipos de ciudades hoy inimaginables que acomoden estas ideas? ¿Y acaso los productos de nuestra sociedad actual, como los medios de comunicación electrónicos, no están rompiendo nuestra concepción social del pasado y creando una nueva relación social? Precisamente, Giddens señalaba que estos medios están creando un nuevo mundo en el que «el significado (social) de las relaciones humanas no lo crea una realidad estable, sino un flujo de imágenes». Y a ello, y a esa desunión con el pasado, ¿no contribuirá poderosamente la descodificación por la neurociencia de los mandamientos que, anclados profundamente en nuestro cerebro, dictan nuestra todavía desconocida naturaleza social?

Un apunte más. La organización social de las grandes ciudades tiene que ver con la agresión, la violencia y la criminalidad que en ellas se genera, ya lo hemos dicho. Pero también tiene que ver lógicamente con la organización de los cerebros de los seres humanos que las constituyen. Esa amalgama social multirracial, tan variada como diferente, es reflejo de lo variados y diferentes que son los cerebros de las personas. Nuestras sociedades actuales, e incluso las más primitivas, están constituidas por personas cuyos cerebros y su funcionamiento corren un arco tan amplio y variado que alcanza desde aquello que entendemos por «normal» —sin saber propiamente lo que esto significa—, hasta todo un espectro de patologías, desde las más sutiles y larvadas hasta las más groseras y aparentes. Esto nos empujará a redefinir lo que debemos entender por «normal» basándolo, esta vez, no tanto en la conducta y la psicología como sobre parámetros medibles y objetivos del funcionamiento del cerebro. Cuando ello se alcance, posiblemente con la disponibilidad de nuevas tecnologías de registro e imagen cerebral, ¿cómo vamos a operar socialmente ante toda esa amalgama de seres humanos «normales» o «anormales» que violan y deshumanizan lo humano? ¿Nueva medicina, nueva política, nueva jurisprudencia, nuevo derecho o nueva sociedad?

Neurociencia y derecho

El derecho es últimamente pragmático. A partir de ahí busca ayuda para su finalidad, que es alcanzar la justicia. De igual forma que hasta hoy se ha servido de múltiples disciplinas científicas para alcanzar ese objetivo, ahora lo hace con la neurociencia. Neurociencia y derecho constituyen un tema nuevo. Un tema con implicaciones sociales de una dimensión no comparable con ningún otro, pues refiere específicamente a la relación entre los mecanismos que generan la conducta humana, el cerebro, y las consecuencias, en sociedad, de esa conducta.

Recientemente, en una sesión del Consejo Presidencial de Bioética (EE UU), celebrada el 9 de septiembre de 2004, se discutió el tema «Neurociencia y Derecho». El extracto de esa sesión nos lleva a la idea de que aun cuando la neurociencia y el derecho tienen diferentes objetivos e intereses, en el sentido de que la primera busca entender la conducta humana (pensamiento, emoción), y el segundo juzgarla (intencionalidad, culpabilidad), parece evidente que ambas disciplinas también pueden ayudarse mutuamente. Y a pesar de que entender y juzgar son actividades diferentes, los esfuerzos por entender las conductas criminales y sus causas pueden ser de gran apoyo, no sólo en esos juicios sobre culpabilidad o inocencia, sino también en las propias sentencias. Por ejemplo un tema concreto de esa relación neurociencia-derecho se está debatiendo ahora en el Tribunal Supremo de los Estados Unidos. Este tema refiere a los adolescentes, menores de dieciocho años, que sin patología cerebral alguna —es decir, personas cerebralmente normales—, hayan cometido actos brutales de asesinato. ¿Deben o no poder ser sentenciados a pena de muerte? El tribunal ha escuchado por primera vez argumentos que no provienen de la psicología ni de la psiquiatría ni de interpretaciones psicoanalíticas ni de justificaciones socioeconómicas, sino directamente de los conocimientos actuales que tiene la neurociencia acerca de cómo se desarrolla y funciona el cerebro humano. Esta situación la ha disparado el caso concreto de un chico que cometió un brutal asesinato cuando tenía diecisiete años y que ahora tiene veintisiete y puede ser sentenciado a la pena capital. Sus abogados argumentarán clemencia o atenuación de la pena sobre la base de que el cerebro de un adolescente no ha alcanzado el nivel de desarrollo del cerebro adulto y que, por tanto, no puede procesar la información social como los adultos. De esto se deduce que las capacidades de los adolescentes son diferentes y no se les puede aplicar la misma responsabilidad penal que a los adultos.

Y es que, efectivamente, durante el desarrollo del ser humano la corteza prefrontal, de la que tanto hemos escrito en este capítulo y en otros de este mismo libro y que hemos considerado un área clave en el control de las emociones y los procesos cognitivos (tanto morales como sociales), sufre un retraso de maduración considerable con respecto a otras áreas del cerebro. De hecho, esta parte del cerebro no termina de madurar hasta los 25-27 años, que es cuando ya han aparecido ciertos neurotransmisores y se han terminado de aislar los cables de conexión de las neuronas que es lo que permite obtener una información nítida y precisa en los circuitos que codifican para estas funciones mentales

específicas que acabamos de mencionar. Precisamente, y abundando en ello, es esta área (la corteza prefrontal orbitaria en particular) la que cuando resulta lesionada en el parto o por un traumatismo o un tumor, y en cualquier edad, puede llevar al individuo a transgredir los valores morales y éticos más elementales que tiene asumidos una sociedad.

Es con estos datos biológicos, constatables y objetivos, con los que se argumenta sobre la capacidad reducida de los adolescentes para evaluar las situaciones sociales y para que no sean considerados completamente responsables de sus actos. Algo similar a los argumentos «cerebrales» que, no hace mucho, en el año 2002, utilizó este mismo Tribunal Supremo de los Estados Unidos, para abolir la pena de muerte en los retrasados mentales. En el futuro, el debate posiblemente se establezca, por un lado, a partir de la consideración de que los datos obtenidos por la neurociencia acerca de la estructura y funcionamiento del cerebro humano son fundamento y estándar de progreso de una sociedad civilizada; y, por otro, que «estos datos no excusan una conducta criminal violenta aunque son un importante factor para los tribunales de justicia considerarlos» (Asociación Americana de Psiquiatría y Psiquiatría Infantil y Adolescente).

La neurociencia, pues, debe contribuir y contribuirá decididamente a encontrar respuestas más certeras sobre la responsabilidad y con ello aproximarse a los juicios, castigos, tratamientos y libertad condicional de los culpables y por supuesto debe contribuir poderosamente, más pronto que tarde, a la comprensión de las conductas agresivas y violentas. En la sesión de neuroética, que señalé al principio de este apartado, el profesor Morse, de la Facultad de Derecho de la Universidad de Pensilvania señaló:

Pongamos sólo un ejemplo de cómo la neurociencia puede participar en las concepciones más básicas del Derecho. ¿Qué es la responsabilidad? La responsabilidad es lo que le atribuye una persona a otra acerca de una acción realizada. Y cuando digo acción lo que quiero decir aquí es darles tres criterios para apreciar la responsabilidad en el Derecho. Primera, básicamente debe haber una acción. Segundo debe haber un estado mental culpable que acompañe a la acción. Y tercero el culpable debe ser un agente moral responsable, siendo el criterio básico para esto último que el individuo tenga la capacidad para razonar libremente. Sin duda que la neurociencia puede ayudar y mucho acerca de establecer estos parámetros en el ser humano desde la perspectiva de nuestros conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro humano.

Y es que, efectivamente, en su charla el profesor Morse refería a la neurociencia en tanto que ésta ya posee conocimientos acerca de cómo, en el cerebro, se organizan las acciones, cómo ciertas áreas cerebrales operan para organizar las emociones y los razonamientos éticos y cómo, además, se adentra en conocer la dinámica cerebral en relación con la culpabilidad, el control cognitivo y la intencionalidad (Mora, 2002, 2004;

Millar, 2000; Eagleman, 2004; Churchland, 2002).

Y más sobre neurociencia y derecho

¿Puede la neurociencia, además de lo ya señalado, ayudar a la predicción del peligro que puede significar declarar inocente a un individuo que intentó matar pero que no lo logró y pueda cometer crímenes en el futuro? ¿Puede la neurociencia ayudar al derecho a entender estas «dificultades» que muchas personas tienen de controlarse a sí mismas? «¿Podrían los escaneados del cerebro, que miden unas ciertas características que se correlacionan, siquiera sea muy débilmente, con una cierta propensión a la violencia, influir en cómo un jurado sentencia a un criminal convicto? Si un cerebro estudiado por técnicas de imagen se considera anormal y esto se asocia a una personalidad violenta, ¿podrá esta anomalía ser considerada una base adecuada sobre la que establecer una detención preventiva en vista a preservar y proteger los intereses públicos?»

La mayoría de los neurobiólogos están de acuerdo en que éstas son preguntas muy interesantes para el futuro, pero la verdad es que la evidencia neurocientífica actual está todavía muy lejos de alcanzar esos objetivos, entre otras cosas porque la violencia puede ser muchas veces y, salvo casos de claras lesiones cerebrales o psicopatía, una combinación de «normalidad» y circunstancias del medio ambiente y social. La neurociencia está entrando rápidamente en los sistemas legales del mundo occidental. El resultado de ello es que, al menos desde una perspectiva teórica, el trabajo de los neurocientíficos está siendo cada vez más valorado y aplicado en varios contextos jurídicos (Garland y Glimcher, 2006). De hecho, las nuevas tecnologías que están aportando las ciencias del cerebro todavía no servirán para exculpar a nadie en un juicio, pero están ya ayudando a distinguir claramente los daños sutiles del cerebro ocurridos durante el nacimiento o durante el desarrollo por traumatismos o por drogas y con ello ayudando a encontrar la causa de sus conductas. Lo que también está haciendo ya la neurociencia es ayudar a detectar aspectos funcionales del cerebro antes imposibles de detectar, que bien pudieran ser «causa» de ciertas conductas antisociales. Por ejemplo, imágenes funcionales del cerebro de muchas personas convictas de haber cometido un crimen sugieren que en estos individuos existe una disfunción de los lóbulos frontales y temporales. En tomografías por emisión de positrones (PET) se ha mostrado una clara asociación entre el metabolismo reducido en la corteza prefrontal y una historia de conducta violenta repetitiva, agresión y asesinato. Esta hipofunción prefrontal ha sido reproducida utilizando otras técnicas de imagen como, por ejemplo, imágenes por resonancia magnética nuclear. También se están acumulando datos que muestran la actividad anormal del lóbulo temporal en psicópatas (Kiehl *et al.*, 2004; Rorie y Newsome, 2005). Así, los estudios de neuroimagen están aportando mucha información acerca de cambios en el cerebro de individuos con conductas antisociales a los que, junto a los ya señalados, se pueden añadir un aumento del cuerpo calloso, un descenso del

volumen de la sustancia gris prefrontal o un descenso del volumen del hipocampo posterior.

Con todo, parece cierto que en estos momentos los conocimientos que aporta la neurociencia no se pueden poner sobre la mesa de una forma contundente, y con ellos influir en los tribunales de justicia en su toma de decisiones, pero sí es cierto que pueden proporcionarles información a considerar. Con estos datos científicos, el tribunal bien pudiera alcanzar la conclusión, como en el caso descrito más arriba, de que los adolescentes funcionan de modo esencialmente diferente a los adultos y que esto se debe a sus cerebros. En cualquier caso, está claro que nos estamos adentrando en esa senda que nos conduce, más de prisa que despacio, a un remoce de la sociedad con cambios profundos en su estructura.

Neurocientíficos, reglas y juristas

Es curiosa la larga y difícil historia que hay detrás de la aceptación por parte de los tribunales de justicia de pruebas aportadas por técnicas científicas (Golan, 2004; Faigman, 2004). Desde los rayos X en 1896 hasta el primer detector de mentiras en 1922 y a lo largo de esa historia, multitud de pruebas científicas han sido rechazadas por los jueces sobre la base de «no haber obtenido la suficiente aceptación en el campo de investigación al que pertenecen». Y así propiamente no han sido aceptadas durante la mayor parte del siglo XX. Ello incluye no sólo el detector de mentiras ya señalado, sino evidencias sólidas, como las obtenidas por análisis de ADN en casos criminales (Golan, 2004).

En 1993, la Corte Suprema de Estados Unidos puso una serie de exigencias a los jueces a la hora de admitir a trámite informes de expertos científicos. La primera es que la técnica utilizada para obtener los resultados que se aportan, a favor o en contra de un determinado argumento sea reproducible, o, si se quiere, que ya haya sido utilizada y validada (es decir, que no sea puramente experimental). Segunda, que haya sido criticada, revisada y evaluada y acorde a ello publicada. Tercera, que se conozcan bien los márgenes de las mediciones que se obtengan con esas técnicas. Y cuarta, que sea una técnica de aceptación general en la comunidad científica que corresponda. Todo esto no quiere decir que un test neurobiológico deba alcanzar cotas de significación estadística, tal cual las utilizan los científicos en sus trabajos, para poder ser aplicadas ante un tribunal. Las reglas de la evidencia no requieren tanta perfección, sólo relevancia definida como «cualquier tendencia que haga que la existencia de cualquier hecho sea más probable o menos probable de que hubiera ocurrido» (Garland y Glimcher, 2006). Tomemos otro ejemplo, si uno pudiera demostrar que la función de las áreas cerebrales que participan y elaboran la toma de decisiones es «anormal» en una persona, aun incluso si los científicos no están de acuerdo en qué se quiere decir exactamente con aquello de «anormal», evidencias de este tipo podrían muy bien influir en la sentencia de

un juicio por asesinato.

Y es así como la neurociencia se adentra cada vez más en esa labor de ayudar a la justicia en sus deliberaciones. Déjenme ponerles un ejemplo. Sea este el caso en el que ser drogadicto o haberlo sido durante la realización de un crimen pudiera servir de eximente o atenuación de la pena. Pues bien, hoy las técnicas de imagen cerebral se muestran bastante resolutivas al respecto, ya que analizando los registros de resonancia magnética funcional se puede conocer si alguien es o ha sido drogadicto, por mucho que lo niegue. «Huellas» de esta actividad se pueden detectar con técnicas de PET en amígdala, corteza cingulada anterior y corteza orbitofrontal córtex (Farah, 2002). Todavía más, los datos cerebrales objetivos, como aquellos de la hipofuncionalidad prefrontal que mencionamos antes, no sólo podrían utilizarse como una prueba más en apoyo de un eximente de responsabilidad en personas que hayan realizado cierto tipo de conductas delictivas, sino que incluso podrían usarse como índice de que una determinada terapéutica ha sido beneficiosa sobre la base de la demostración de una reversión en la hipoactividad prefrontal y con ello considerar la reinserción de un determinado individuo en la sociedad.

En Estados Unidos ya se utilizan técnicas extraídas de la neurociencia con la finalidad de identificar el engaño intencionado. De hecho, esto constituye un área de investigación muy activa que se hace cada vez más sofisticada y eficiente. Una de estas técnicas en particular, utilizada en el sistema legal americano, se conoce entre los juristas como «la huella digital del cerebro» (*Brain finger printing*) y está basada en registros electroencefalográficos. En esencia consiste en que un electrodo colocado sobre el cráneo (en la región parietal) puede detectar una determinada variación de voltaje, que se conoce como la onda P300. Se ha demostrado que, al menos en condiciones de laboratorio, algunos tipos de información que se pretenden ocultar pueden ser detectados utilizando diseños psicológicos y tests adecuados con el análisis de esta onda P300 (Farwell y Donchin, 1991; Moenssens, 2002).

Intimidad y justicia

Leer el pensamiento ha sido, hasta ahora, un tema de la ciencia ficción. Y aun cuando hay personas capaces de inferir el estado de ánimo de otras sólo por la apariencia de su cara y la expresión corporal, e inferir con ello algunos aspectos psicológicos, no hay prueba científica alguna que muestre que alguien pueda conocer los pensamientos de ninguna otra persona a menos que ésta los manifieste explícitamente con el lenguaje. La neurociencia comienza ahora un capítulo nuevo en este sentido que se empieza a conocer como «lectura cerebral» (*brain reading*). Se trata de la capacidad técnica y los conocimientos científicos capaces para llegar a conocer, a partir de los registros de la actividad cerebral, lo que piensa una persona sin que ella lo manifieste o declare (Haynes y Rees, 2006). De hecho, se está a las puertas de estos conocimientos. Hoy ya es posible

saber, utilizando registros de resonancia magnética funcional muy sensibles, si una persona está pensando, por ejemplo, en personas y caras o en casas y edificios. Y también se puede conocer, con cierta aproximación muy significativa, si esas caras o esos edificios le gustan o disgustan. Por ejemplo, el área fusiforme en el sistema visual es una región cerebral que responde casi exclusivamente a la visión de caras y muy poco a otra clase de formas u objetos. De modo similar, una parte del giro parahipocampal responde bastante selectivamente a imágenes que refieren a casas o edificios y muy poco a otro tipo de objetos o caras o personas (Tsao *et al.*, 2006; Kanwisher, 2006). Y esto sólo en lo referente al sistema sensorial. En lo referente al sistema motor ya conocíamos, con sólo mirar los registros de imagen del cerebro, qué parte del cuerpo está moviendo un individuo e incluso qué dedo de la mano y si es de la derecha o la izquierda.

En un próximo futuro la problemática que se avecina con estos conocimientos es de calado social y ético muy importante, particularmente en lo que se refiere a la violación de la intimidad de la persona. «El problema que arranca de todos estos desarrollos científicos es la privacidad, es decir, romper o entrar en la privacidad de las mentes de las personas» (Farah, 2002), aspecto lógicamente prohibido por los comités éticos actuales. Es más, conviene recordar que en España la intimidad es un derecho fundamental (artículo 18.1 de la Constitución española) y, por tanto, está protegida de forma muy elevada. Y no puede ser menos, dado que la intimidad (el conocimiento de ese ti mismo, angustias y esperanzas, miedos y pensamientos sobre los «otros», tus estrategias de relación con esos «otros») es la esencia de la supervivencia social. De conocer los demás la intimidad de una persona en lo familiar, social, negocios, significa la desnudez y el fracaso como persona social. La raíz sobre la que se alimentan las interacciones personales se nutre con las intuiciones sobre lo que los otros están pensando o sintiendo (teoría de la mente). La pérdida de la intimidad es la pérdida de la esencia humana y su dignidad tal como hoy la entendemos. La pérdida de la intimidad deja al ser humano diluido y perdido a merced de los demás. Realmente se puede decir que yo soy yo y mi intimidad.

Con todo, y de utilizarse estas técnicas en medios jurídicos, surgirán preguntas como éstas: ¿En qué casos se podría utilizar la información éticamente? ¿Cuáles serían los temas privados del individuo (de su pensamiento) no utilizables éticamente? Y otra pregunta: ¿Podrían, por ejemplo, las técnicas de imagen cerebral que permitan detectar las mentiras de sospechosos de terrorismo ser consideradas una forma de tortura o al menos una forma de forzar una autoincriminación? (Roskies, 2002). En cualquier caso, y aun siendo todavía hoy un tema de ciencia ficción el logro de «una máquina lectora del pensamiento», la realidad es que caminamos hacia una tecnología que eventualmente podrá volverse capaz de hacer un *bypass* a las vías clásicas de comunicación, como la expresión oral o el lenguaje corporal que controla voluntariamente una persona, y saber que está pensando a través de la pura lectura de la actividad cerebral. Está claro que conocer los estados mentales de individuos sospechosos de tener una actividad criminal

sería de un gran valor en un juicio penal. De hecho, existe una demanda cada vez más imperiosa por parte de los sistemas de justicia de encontrar métodos capaces de aportar pruebas que incriminen de una manera más objetiva a aquellos que violan las normas establecidas por la sociedad.

La demanda de «medidas científicas» que estimen la personalidad, veracidad, actitudes y disposiciones de conducta en nuestra sociedad asegura que, listas ya o no, estas medidas tendrán un papel cada vez más en aumento en nuestras vidas.

Farah, 2002

CAPÍTULO 5

NEUROECONOMÍA

Una nueva era en la Economía, acuñada con el nombre de Neuroeconomía, acaba de nacer. ¿Cómo pueden los nuevos hallazgos de la Neurociencia y sus teorías informar y ayudar a una teoría económica que se ha desarrollado de una manera tan impresionante sin ellas?

CAMERER, LOEWENSTEIN y PRELEC, *Neuroeconomics: How neuroscience can inform economics*

La Economía, la Psicología y la Neurociencia convergen hoy en una única disciplina con el objetivo último de proveer una teoría general unificada de la conducta humana. Éste es el campo emergente de la Neuroeconomía.

GLIMCHER y RUSTICHINI, *Neuroeconomics: The consilience of brain and decision*

En 1932, lord Robbins, en su ensayo *An essay on the nature and significance of Economic Science*, dio una definición de economía hoy considerada clásica: la economía es «la ciencia que estudia el comportamiento humano en relación con la toma de decisiones sobre unos medios escasos que tienen diferentes usos». Esto quiere decir que cuando administramos y distribuimos nuestros pequeños recursos monetarios domésticos estamos haciendo economía. Esos pequeños ahorros pueden tener distintos usos, pero cada uno decide cuál considera mejor (es decir, de qué manera rinden más). Y, desde luego, seguimos haciendo economía cuando hacemos predicciones y tomamos decisiones acerca de si una pequeña inversión, sea ésta en bananas o tomates, sea en unas acciones bancarias o de una multinacional, va a ser rentable. También se está haciendo economía cuando estas predicciones se hacen a gran escala y se elaboran modelizaciones matemáticas que apoyan y ayudan, con cierta fiabilidad, nuestras elecciones de inversión. En esencia, economía es distribuir con inteligencia y eficacia la limitada reserva de recursos de los que dispone el ser humano. Si los recursos de los que disponemos no fueran escasos, no habría economía. Simplemente, no sería necesaria una ciencia económica, puesto que no haría falta pensar en cómo distribuir y cómo obtener con esa distribución el mejor rendimiento posible. Todo ello, una vez más, tiene como telón de fondo la supervivencia del individuo y de la especie.

Predicciones, intuiciones, decisiones y matemáticas

La economía tiene que ver, pues, con predicciones, intuiciones, supuestos y desde luego decisiones sobre hechos de los que desconocemos muchas de sus variables. Para tratar con todo ello, la ciencia económica ha desarrollado un sofisticado cuerpo de teoría de la

probabilidad y modelizaciones matemáticas aplicadas a medir decisiones humanas. Precisamente, la dificultad de medir estas decisiones, y lo complejo que resulta extraer conclusiones sobre los comportamientos humanos, ha llevado tradicionalmente a los economistas a basarse en simplificaciones de la realidad a la hora de realizar sus trabajos.

Los economistas trabajan con unas herramientas, llamadas «modelos», de las que extraen sus conclusiones. De hecho, un modelo no es otra cosa que una versión simplificada de la realidad, construida con una serie de ecuaciones matemáticas. Las simplificaciones se basan en supuestos más o menos realistas (por ejemplo, «todos los seres humanos son racionales»). Estos supuestos y simplificaciones conducen a que en los modelos tan sólo aparezcan, en muchas ocasiones, seres humanos idealizados o, si se quiere, versiones idealizadas de sus comportamientos. Quizá por ello la economía, y en particular la teoría económica, ha recibido muchas y variadas críticas desde diversos foros. Wilson señaló recientemente:

La estima en que se tiene a los economistas arranca no tanto por el récord de éxitos alcanzados con su disciplina como por el hecho de que el mundo de los negocios y los gobernantes no tienen a otro sitio donde mirar... las teorías económicas tienden a crear modelos de la más amplia aplicación posible, pero creando, muy a menudo, abstracciones tan extremas que no son realmente más que un puro ejercicio de la matemática aplicada.

Si, como parece, la base importante de las transacciones económicas está basada en las decisiones humanas, ¿acaso no podría ayudar a la economía conocer y entender a través de qué ingredientes y procesos se alcanzan estas decisiones en el cerebro humano? Muchos piensan que sí y que esta nueva aproximación «cerebral» podría contribuir a crear un cuerpo de conocimientos sólido en esta disciplina en la que tal vez y como señala Wilson «las generalidades se han llevado muy lejos, tanto, que a veces tienen poco que ver, y son irrelevantes, para la propia economía».

¿Qué es la neuroeconomía?

La neuroeconomía es la aplicación de los conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro humano a la economía, particularmente en el estudio de cómo los seres humanos toman decisiones. Ello implica que el término economía en neurociencia tiene una connotación general que va más allá de la puramente monetaria y refiere al estudio de las conductas que desarrolla un individuo cuando tiene que seleccionar y escoger una opción entre muchas. Por tanto, neuroeconomía es una disciplina con un campo fértil para la investigación en ambas áreas, neurociencia y economía. Esta disciplina es nueva, se nutre de experimentos realizados en seres humanos utilizando técnicas de ingeniería

cerebral y también de experimentos de neurofisiología en primates y otros animales. De hecho, sus primeras formulaciones no tienen más allá de siete u ocho años. Al parecer, la primera reunión conjunta de neurocientíficos y economistas tuvo lugar en 1997 en Carnegie Mellon en Estados Unidos. Después, reuniones sucesivas se hicieron en Princeton (2002) y en Minnesota (2002). Y más recientemente en Martha's Vineyard (2003) y Kiowab Island (2004). En la actualidad, se hacen regularmente reuniones sobre neuroeconomía tanto en la Sociedad de Neurociencia Americana como en conferencias y congresos específicos de economía de todo el mundo (Camerer *et al.*, 2005).

Las preguntas de raíz son éstas: ¿Cómo la ciencia del cerebro, la neurociencia, puede ayudar a entender mejor la economía? ¿Cómo una ciencia que trabaja fundamentalmente con moléculas, células, conexiones, física y química puede ayudar a otra que trata de concepciones humanísticas, matemáticas y predicciones? ¿Se puede esperar un encuentro fructífero, una verdadera convergencia de ambas disciplinas? La respuesta a todo ello subyace en la filosofía expresada en este libro, particularmente en sus capítulos 2 y 3. La neurociencia se adentra ya hoy en esas aguas que van más allá de la física y la química, las moléculas y las neuronas, dando entendimiento con ello, en particular a través de la neurociencia cognitiva, a cómo el cerebro humano produce las conductas, qué áreas o circuitos neuronales se activan y bajo qué parámetros de conducta lo hacen. En cualquier caso, se intuye que la neurociencia puede hacer útiles contribuciones a la economía, bien por la vía de dar un fundamento sólido a las predicciones y modelos económicos, bien directamente a través de conocer los ingredientes cerebrales que participan en la toma de decisiones.

El ser humano racional

La teoría económica ha fundamentado clásicamente sus supuestos y formulaciones sobre la base de que el hombre, en su toma de decisiones, es un ser racional. Sin embargo, «racional», en el sentido utilizado en economía, no siempre coincide con aquello entendido coloquialmente. El concepto de «racionalidad» económica está construido, como se introducía antes, sobre una serie de supuestos o simplificaciones de la realidad. Un individuo es racional, en el sentido económico, cuando posee unas preferencias firmes, claras y estables sobre aquello que quiere obtener y además es capaz de comparar todas las alternativas. También se supone, dentro de esa racionalidad, que prefiere más cantidad que menos en algo que ha elegido. Un individuo racional, así «idealizado», trataría de alcanzar la máxima satisfacción de sus necesidades, lo que en términos económicos ha venido en llamarse «maximizar su utilidad».

No todos estos supuestos son sencillos de cumplir y, de hecho, en pocos casos lo hacen, pues exigen que el ser humano tenga unas grandes capacidades cognitivas, lo que claramente no es el caso. Es decir, tener una capacidad tal que le permita hacer siempre correctamente la evaluación de las distintas posibilidades que se presenten o que tenga

plena información del mundo que le rodea; en concreto, de la parcela sobre la que va a ejercer su elección. Todos tenemos la experiencia de habernos encontrado en multitud de ocasiones con que no sabemos qué hacer aun teniendo bastante información sobre las diferentes opciones, ya sea algo tan inocente como qué película ver en casa o qué corbata ponernos por la mañana. A veces incluso habremos tomado decisiones que «racionalmente» no eran convenientes, pero nuestros sentimientos nos han impulsado a ello.

Limitando la racionalidad

Los supuestos o simplificaciones «racionales» han alimentado las predicciones económicas durante bastante tiempo, aun a pesar de que no permitían explicar a satisfacción muchos comportamientos genuinamente humanos. Ello dio paso a establecer la así llamada por los economistas «racionalidad limitada» (*Bounded rationality*), concepto introducido por Herbert Simon en 1967. Dentro de este concepto se pretende dar cabida a esa otra realidad en la que los individuos al tomar decisiones económicas no muestran una completa racionalidad, tal como era hasta entonces concebida por los economistas, sino admitir que hay comportamientos «irracionales», al menos en el sentido económico. Es decir, que a diferencia del ser «racional» que hemos visto antes, los economistas aceptaron en sus «considerandos» predictivos y matemáticos, que los seres humanos toman continuamente decisiones sobre problemas con variables desconocidas que no comprenden por completo. Es más, admitieron que la influencia de todo lo que nos rodea, incluidos los demás, puede ser determinante. Con ello dieron cabida a esa otra realidad «más real» en la que los individuos toman decisiones que cambian con el tiempo (por ejemplo, en función del aprendizaje), que los gustos y las preferencias, por tanto, no son estables, sino que cambian a golpe de «corazonadas», y otra serie de múltiples variables que encajan mucho más con el comportamiento humano considerado más normal.

Las ideas sobre la racionalidad limitada, sobre la que se puede afirmar que no existe una teoría unificada, llegan incluso a cuestionar la misma idea de «optimizar» (o buscar la mejor solución posible), pues para poder buscar la mejor solución, entre las posibles, es necesario tener al menos una idea firme de aquello que se desea (tener mínimamente claro el «objetivo» que buscamos), y esto no siempre es así. Sirva un sencillo ejemplo: hay veces que salimos de compras sin un claro propósito de qué queremos comprar y aun sabiéndolo, muchas veces, a la vista de lo que nos ofrecen, cambiamos el plan de compra original.

Sistemas de medida y decisiones

Uno de los postulados básicos de la etología es que la conducta tiende a satisfacer las necesidades más urgentes del individuo. Pero, ¿cómo lo hace éste? ¿Qué hace que un animal hambriento, y también privado de sexo, ante la urgencia y posibilidad de escoger entre comer o copular elija una u otra opción? ¿Qué hace que ante la oportunidad de escoger pareja, un animal lo haga con una hembra y no con otra?

Nadie duda que en la conducta diaria un individuo no tiene problemas a la hora de tomar una decisión firme, directa y determinada, cuando ésta refiere a la obtención entre dos cosas, una que reporta enormes beneficios y otra que reporta pocos. La situación cambia cuando las recompensas a obtener son muy parecidas. Entra entonces un sesudo proceso de evaluación poniendo en juego todas las experiencias previas que al tema se refieren. Pero no hace falta llegar tan lejos. En el día a día, el del supermercado, el trabajo —cualquiera que éste sea—, la ropa que nos tenemos que poner para una determinada ocasión, si el valor último a alcanzar está muy próximo entre las posibles elecciones, ¿acaso no decidimos con un ¡qué más da!? ¿Qué nos lleva a escoger entre dos manzanas que son casi idénticas? En la vida diaria, además, es raro que un estímulo externo, ante el que hay que decidir, venga solo. Por el contrario, el individuo debe constantemente clasificar, poner prioridades a estímulos simultáneos, y con ello tomar decisiones diferentes. La toma de decisiones tiene una larga historia evolutiva detrás, pues éstas, de hecho, son la base de la supervivencia. Lo cierto es que todavía hoy se conoce muy poco acerca de los mecanismos con los que opera el cerebro para la toma de una decisión entre dos opciones que son casi iguales (como en el caso de las dos manzanas). Sí sabemos que en el núcleo duro donde se procesan y toman estas decisiones se encuentran los circuitos del placer y la recompensa.

Hoy día, ya se ha avanzado la hipótesis de que posiblemente sea la optimización del placer lo que subyace al conflicto ante una elección, al señalar que el individuo escoge, por mecanismos inconscientes, aquello que su cerebro le señala como más placentero, aun cuando el individuo en cuestión no sea consciente de ello. De ser así, el cerebro tendría una especie de medidor inconsciente de placer, o si se quiere, un «metro», patrón o sistema de medida, que el individuo utilizaría a la hora de tomar una decisión. Algo similar a la «utilidad» de la que hablan los economistas. De hecho, ya se ha intentado expresar estas variables mediante fórmulas matemáticas y teorías computacionales (Daeyeol, 2006).

Existen estudios muy interesantes al respecto que avalarían estas disquisiciones. Sirva sólo un pequeño ejemplo: si a un grupo numeroso de individuos se les pide que decidan y escojan algunos objetos de su gusto entre los muchos que se les muestran en una exposición y luego, bastante tiempo después, se les aplica un test en el que tienen que indicar sobre fotografías (mostrando cada una de ellas todos los objetos de la exposición, entre los que por supuesto se incluyen los que escogieron en su momento), cuáles les resultan más satisfactorios, de más a menos, se comprueba cómo las personas tienden a marcar en alto grado de placer los objetos que ellas mismas escogieron tiempo atrás

(Mora, 2006).

Placeres y dolores

¿En qué se fundamenta, pues, que las emociones, el placer en el caso anterior, desempeñen un papel relevante frente a la cognición (pensamiento, racionalidad) en la toma de decisiones? La contestación se podría resumir muy apretadamente en dos puntos. Primero, la neurofisiología ha mostrado que toda información sensorial en su procesamiento por el cerebro (todo aquello que se ve, se toca, se oye o se huele) va desde los receptores sensoriales hasta la corteza cerebral, pasando por los circuitos del sistema límbico (que es donde residen los mecanismos de la emoción), antes de ser procesada cognitivamente en las cortezas de asociación. Esto indica que la información del mundo exterior es coloreada de emoción antes de tener un análisis más racional. Segundo, esto nos lleva a que las personas son «antes» emocionales y «después» racionales, o, lo que es lo mismo, que la información que el individuo maneja ante una determinada decisión a tomar, una vez vistas las opciones, ya tiene una primera impronta emocional que lo inclina en la balanza de las decisiones hacia un lado o hacia otro. Inclinación, por otra parte, siempre inconsciente, que tiene que ver con la historia personal, con los éxitos y fracasos, con las decisiones previas en asuntos relacionados o muy próximos, y con los placeres y dolores previos. Es como un fogonazo interior, un indicador, que no se percibe conscientemente, pero que coloca el fiel de aquella balanza en una determinada dirección.

Damasio (1994), sobre la base de sus estudios en pacientes con lesiones en la corteza prefrontal y que, a pesar de su buen nivel de inteligencia, siempre fracasaron socialmente y en sus elecciones, y fueron de este modo arruinando su vida, barruntó la idea de que

... el defecto en el razonamiento de estos pacientes, su defecto en el control de su propia vida, podría ser debido a un impedimento en recibir una señal relacionada con la emoción que les hubiera ayudado a escoger de una manera más ventajosa entre las opciones disponibles. Las decisiones tomadas en estas circunstancias empobrecidas emocionalmente, daban lugar a resultados de conducta errática y negativa, especialmente era así en cuanto a sus consecuencias futuras... pero la señal emocional no es un sustituto para el propio razonamiento. Tiene un papel auxiliar, aumentando la eficacia del proceso de razonamiento y haciéndolo más veloz, aun cuando en ocasiones pueda hacer que el proceso de razonamiento sea casi superfluo, tal como ocurre, por ejemplo, cuando rechazamos de plano una opción que dé lugar a un cierto desastre, o, por el contrario, saltamos a una buena oportunidad rápidamente basados en una alta probabilidad de éxito.

En el conocimiento de todo cuanto acabamos de señalar han sido de gran ayuda los estudios con técnicas de imagen cerebral (PET, resonancia magnética funcional y

magnetoencefalografía), con las que se detectan las áreas del cerebro que se activan cuando el sujeto realiza determinadas funciones sensoriales, cognitivas o motoras, o dan lugar a la toma de decisiones.

Pero ¿cómo puede la neurociencia ayudar a la economía?

Desde la neurociencia se pueden plantear preguntas y elaborar diseños experimentales que ayuden a entender una de las variables más importantes en economía, la toma de decisiones por el ser humano, ya lo hemos señalado antes. Preguntas, además, que los neurocientíficos, con la ayuda de los economistas, pueden tratar de contestar con la realización en los laboratorios de diseños experimentales específicos. Con ellos se tratará de conocer qué áreas del cerebro se activan, y bajo qué parámetros y condiciones lo hacen, cuando las personas se enfrentan a elecciones económicas a realizar a corto o largo plazo (elecciones intertemporales) o ante inversiones que conllevan riesgo o incertidumbre. También se intentará saber cómo opera el cerebro ante diferentes situaciones dentro de la llamada teoría de los juegos, de tanta relevancia en la economía matemática. E incluso una visión desde el cerebro, que arroje luz a las discriminaciones en el mercado de trabajo ya en un ámbito mucho más aplicado. Estos estudios ya se realizan hoy y están proporcionando nuevos conocimientos a la economía sobre la base de los significados funcionales que tienen las áreas cerebrales activadas.

Eligiendo entre dos posibilidades

Una persona a la que le van a pagar una comida (sin importar el coste), podría elegir entre dos posibilidades. Una que podría ejecutar de inmediato, comer una hamburguesa. Y otra que consistiría en comer una magnífica comida en un restaurante, pero mucho más tarde. O si se quiere, utilizando un ejemplo más relacionado con la economía, comprar un televisor ahora o dentro de dos meses, sabiendo que el mismo televisor será más barato entonces y, además, podría conseguir sumar intereses. Esto se conoce en economía con el nombre de «elecciones intertemporales», un concepto que refiere a la toma de decisiones de un individuo entre dos posibilidades de consumo. De modo general, este concepto también se refiere a las decisiones que se toman en distintos momentos a lo largo del tiempo. La cuestión no es tan simple como a simple vista pueda parecer, pues cada persona, ante esta tesitura, hará aquello que la haga más «feliz» en ese momento de la elección (aquello que le de más «utilidad» en términos económicos). ¿Qué hace que unas personas se inclinen por el consumo inmediato (obtención de beneficios «ya») y otras prefieran hacerlo a más largo plazo (obtención de beneficios mayores pero retrasados en el tiempo)? ¿Pueden ayudar las neurociencias a contestar estas preguntas?

Quizá el estudio más clarificador sea el de las Rebajas. Todos sabemos que varias veces al año los grandes almacenes, de cualquier ciudad del mundo, rebajan los precios de sus mercancías. Miles de personas, y durante unos días, se constituyen en avalanchas para buscar, encontrar y comprar una blusa, una camisa o unos zapatos «rebajados». Es evidente que ello representa para estas personas un logro, una recompensa inmediata, cuyo verdadero placer o «felicidad» se experimenta cuando lo comunican a su pareja o amigos señalando el precio por el que han logrado adquirir tales prendas. Sin embargo, la impresión general es que muchas de estas personas encuentran muy poco interés en los beneficios que se pueden obtener con otro tipo de «ofertas» a más largo plazo. Por ejemplo, prefieren renunciar a duplicar o triplicar los beneficios que ese mismo dinero les puede dar si lo ahorran ante la inmediatez de las Rebajas, ya que para recoger esos beneficios tendrían que esperar uno o dos años. ¿Qué hace que el valor de las Rebajas sea tan placentero si su beneficio es inmediato, pero no lo sea tanto si su beneficio (aun duplicado o triplicado) es a más «largo plazo»?

No hace mucho, tomando ventaja de las técnicas que permiten ver la actividad de las distintas áreas del cerebro mientras una persona toma decisiones, se llevaron a cabo unos experimentos que han arrojado luz a este problema. Lo primero que se constató, tras aplicar unos tests diseñados al efecto, fue la enorme cantidad de personas con clara preferencia a aceptar cien euros en la mano que ciento cincuenta pasado un año. Y esto último incluso con la garantía de que esta entrega de ciento cincuenta euros se hacía con un cheque a cobro fijo y seguro.

Durante la aplicación de estos tests, en los que paralelamente se realizó un estudio de la actividad del cerebro, se pudo comprobar que las personas que escogieron los cien euros frente a las que escogieron los ciento cincuenta a largo plazo, activaban regiones del cerebro diferentes. En el primer caso se activaron áreas que contienen los sistemas dopaminérgicos, es decir, áreas que codifican y elaboran las percepciones placenteras más inmediatas, aquellas que se activan con la comida (cuando se está hambriento), la bebida (si sediento) o el sexo (si se está privado de actividad sexual). Son circuitos neuronales que tienen que ver con la inmediatez de la supervivencia del individuo y la consecución del placer inmediato, y generan además muy poca reflexión. En el segundo caso se activaron áreas como la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza parietal posterior (áreas relacionadas con la cognición y la planificación futura). Áreas que, de hecho, cuando se activan, están indicando y participando en la reflexión y el pensamiento. Es más, la activación de unas áreas cerebrales u otras hizo predictiva la conducta que se iba a producir en el sujeto. De modo que un análisis, a doble ciego, realizado posteriormente, dio como estadísticamente significativas las correlaciones entre la actividad de un área cerebral y la predicción que hizo el analista de que esa persona había tomado una u otra elección. Es evidente que ambas conductas —buscar la recompensa a corto o a largo plazo— se toman por la conjunción de múltiples factores. Entre ellos, las circunstancias (el contexto social determinado) y el contexto cultural. En

general, las personas más cultas tienden a ver los beneficios «grandes» del retraso en el tiempo como más ventajoso que la recompensa «pequeña» inmediata (McClure, 2004).

Otro estudio, también ilustrativo a este respecto, fue el siguiente. A un grupo de niños a los que se les dijo que podían coger caramelos del montón que se ponía a su alcance, se les dieron dos posibilidades. Una, que podían coger un caramelo de inmediato y, otra, que si eran pacientes y aguardaban a que volviera el profesor (que iba a salir de la clase) podrían entonces coger dos caramelos en vez de uno. Unos niños, los más, prefirieron coger el caramelo inmediatamente. Otros, los menos, aguardaron la vuelta del profesor, en cuyo caso obtuvieron los dos caramelos prometidos. Estoy seguro que hubiera habido algún niño que, de haberle propuesto la alternativa de coger tres caramelos si era capaz de esperar hasta después del recreo de la tarde, hubiera esperado. Quizá lo más interesante de este estudio fue que años más tarde, cuando estos niños se hicieron adultos, se analizó su personalidad y se encontró que aquellos que escogieron la recompensa inmediata (un caramelo) eran más impulsivos y viscerales que aquellos otros que prefirieron esperar (dos caramelos), que eran más tranquilos, pensativos y calculadores. Este estudio tal vez añada al primero que en este tipo de elecciones intertemporales también puedan influir factores genéticos.

El conocimiento de los fundamentos neurobiológicos de estas conductas puede tener consecuencias no sólo como crítica constructiva a la teoría económica, que puede beber de estas ideas para construir nuevos modelos o relativizar los existentes, sino también como aplicación positiva práctica y directa, a través del mundo empresarial al permitir diseñar nuevos productos. De hecho, el neuromarketing no es otra cosa que una nueva disciplina que, utilizando los estudios de imagen cerebral y conociendo las áreas del cerebro que se activan ante decisiones de compra, permite diseñar una publicidad para distintos productos, mejorando así su venta. El objetivo está claro: conocer qué favorece o produce el rechazo en la compra de los productos del mercado, y qué estímulo activa unas u otras zonas del cerebro acorde a los intereses de una determinada empresa. Todos sabemos que mucha publicidad se centra en la consecución de reacciones inmediatas de consumo, desactivando, si es posible, la perspectiva que nos lleva a explorar o sopesar mejor las compras. Por ello, conocer mejor cómo procesa el cerebro las decisiones no sólo sería útil para las empresas, sino que también ayudaría al consumidor a defenderse de ese marketing.

Riesgo e incertidumbre

Una constante de nuestra vida diaria es que muchas de nuestras decisiones, si no la mayoría, se deben tomar en circunstancias de riesgo o incertidumbre. Existe riesgo cuando se toma una decisión sobre un evento cuyas probabilidades se conocen. Por ejemplo, supongamos que se sabe (por distintos estudios) que un 10 % de los coches de la marca X se rompen durante el primer año. Un sujeto puede arriesgarse o no a

comprarlo (el «riesgo», al fin y al cabo, es que se rompa). En cambio, en la «incertidumbre» la probabilidad no se conoce. Supongamos que a ese mismo sujeto le gusta el coche X, pero no sabe con qué probabilidad se romperá durante el primer año. En este caso, es una decisión bajo incertidumbre. Es lo mismo que cuando decidimos tomarnos unas vacaciones en el Caribe. No sabemos con qué probabilidad nos caerá una tormenta tropical (existe claramente incertidumbre) (aunque coloquialmente en este caso hablemos también de riesgo).

La diferencia entre riesgo e incertidumbre se pone de manifiesto en la llamada paradoja de Ellsberg, en la que en un juego de cartas, acertar el color de la carta hace ganar al jugador una sustanciosa cantidad. El juego es como sigue. Imaginemos dos barajas, encima de la mesa, delante de una persona. Una de las barajas, a la derecha de la mesa, contiene diez cartas rojas y diez cartas azules (sería la baraja, dado que se conocen las condiciones, de riesgo). Otro montón de cartas a la izquierda, también de veinte cartas, contiene cartas rojas y azules pero la proporción o número de ellas es desconocido para el jugador (baraja, dado el desconocimiento de las variables, de incertidumbre). En estas condiciones se le pide al jugador que seleccione una carta, boca abajo, de cada uno de los montones. Y tras ello, y antes de colocar la carta boca arriba, se le pide que escoja entre una u otra de esas dos cartas y diga un color, rojo o azul, en la carta que haya escogido. Si el color elegido es el que tiene la carta, el jugador gana cien euros. La cuestión es: ¿sobre qué carta cree usted que haría el jugador la apuesta, la derecha o la izquierda? Casi seguro que la haría sobre la carta escogida del montón de la derecha (la baraja de riesgo), ¿por qué? Posiblemente porque el jugador piensa que el montón de cartas de la derecha, del que conoce la proporción entre rojas y azules, tiene más probabilidades de ganar. Sin embargo, en pura lógica ello no es así. La lógica indicaría al jugador que es lo mismo coger la carta del montón de la derecha que del montón de la izquierda. ¿Por qué? Supongamos que escoge la baraja de la derecha. Entonces está claro que las probabilidades de acertar indicando rojo o azul son de un 50 %. Pero lo mismo ocurre si se escoge una carta del montón de la izquierda, puesto que el jugador, ante la carta seleccionada (de la que tampoco conoce el color) sólo tiene, como en el caso anterior, un 50 % de probabilidades de que la carta sea roja o azul. Por tanto, no importa cuál sea el color que escoja y del montón que escoja la carta, derecha o izquierda, porque siempre, y en ambas circunstancias, tendrá un 50 % de posibilidades de ganar cien euros. Pues bien, a pesar de la lógica aplastante, y aun explicándolo, mucha gente sigue prefiriendo coger una carta de la baraja de la derecha porque al conocer las probabilidades, su reacción emocional le empuja a esa elección. «Iguales sí, pero yo cojo la carta de la derecha». Es más, hay gente que incluso estaría dispuesta a pagar «algo», con tal de poder escoger la carta de la derecha *versus* la carta de la izquierda.

Esto aplicado a la vida real tiene mucho significado para los economistas. Por ejemplo, la gente en general prefiere invertir y pagar un precio, algo más alto, por

acciones de una compañía local, «de casa» (digamos un banco o una industria nacionales), frente a productos algo más baratos de un banco o una compañía extranjera. Se prefiere, aun a riesgo de ganar menos dinero, algo conocido y de riesgo «calculado». Los economistas en décadas recientes se han dado cuenta (desde Ellsberg) que los individuos tienen aversión a la ambigüedad. En función a ello han creado modelos teóricos sobre la decisión. En ellos se formaliza la idea de que, cuando la probabilidad no es precisa, hay una inclinación general a pensar que lo peor va a ocurrir. Es algo así como si la gente, ante esas condiciones, se enfrentara a una «peligrosa situación». La nueva neuroeconomía ha mostrado que en el cerebro hay un patrón de actividad neuronal diferente cuando los individuos se enfrentan a una situación de riesgo (calculado) (jugar a la ruleta) o a una situación de incertidumbre (la probabilidad de que ocurra un ataque terrorista en la cafetería donde uno está desayunando). En el terreno de las compañías de seguros, la evaluación de estos factores es muy importante, ya que con ello se generan o no grandes beneficios (Rustichini, 2005).

Estudios de imágenes de resonancia magnética funcional revelaron que durante la situación de incertidumbre se mostraron activas determinadas áreas cerebrales, entre otras la corteza orbitofrontal, la corteza prefrontal dorsomedial y la amígdala. Las áreas activadas durante el riesgo fueron las mismas, pero además se activó el estriado dorsal (núcleo caudado). En esta segunda condición (riesgo), la activación del estriado dorsal se vio correlacionada con el valor de la recompensa que se esperaba recibir, correlación que no se encontró para la corteza orbitofrontal o la amígdala.

Estos datos, junto con estudios previos mostrando que la activación del estriado dorsal se activa siempre en situaciones en que se prevé recibir una recompensa, dan base a la hipótesis de que la ambigüedad aminora o disminuye la expectativa de recompensas en las decisiones.

Hsu *et al.*, 2005

Todo ello pone de manifiesto que, al menos desde el cerebro, y frente a la opinión de muchos economistas, no debiéramos tratar de igual forma riesgo e incertidumbre.

La paradoja de San Petersburgo

La teoría económica, formalmente a través de la teoría de los juegos que se verá más adelante, ha sido sensible a esta circunstancia y ha tenido en cuenta la existencia de distintos «grados de aversión al riesgo». Una de las maneras de medir este mayor o menor desagrado o ansiedad ante el riesgo se ha hecho estudiando o calculando cuánto dinero pagaría el sujeto por no tener que decidir ante una situación de riesgo. «Pagaría tanto por no tener el riesgo de perder». Sin embargo, hay personas, según la economía, a las que les gusta el riesgo.

Un ejemplo de aversión al riesgo, incluso en decisiones que no implican pérdidas (ninguna de las alternativas posibles nos hace perder), es el experimento conocido como «paradoja de San Petersburgo». En este experimento se propone a una persona que elija entre recibir cuarenta euros en la mano o participar en un juego, que consiste en tirar una moneda al aire y, según salga cara o cruz, ganar más o menos dinero, con el riesgo, por supuesto, de que las ganancias sean menores que esos cuarenta euros o la posibilidad de hacerse multimillonario. El juego consiste en echar la moneda, y si sólo sale cara, la persona doblará las ganancias una vez tras otra; es decir, dos euros la primera tirada, cuatro la segunda, ocho la tercera, dieciséis la cuarta, y así sucesivamente. Todo ello entendiendo que en el momento en que salga cruz se termina el juego y el participante se lleva sólo el dinero ganado hasta ese momento. Normalmente, la persona decide escoger los cuarenta euros y no jugar, aun a pesar de que con un simple cálculo podría comprobar que jugar podría reportarle enormes beneficios. Que la persona escoja habitualmente el pago seguro de cuarenta euros, frente al juego, demuestra que existe una aversión al riesgo, e incluso se ha visto que algunas de estas personas estarían dispuestas a renunciar a parte de esos cuarenta euros si no se les «obligara» a escoger jugar a cara-cruz con la moneda.

Fobias, miedos y juegos arriesgados

Ya hemos visto que en la toma de decisiones existen esos dos componentes básicos, la emoción y la cognición, sobre los que influye el medio ambiente social que, a su vez, depende de multitud de factores, como son la situación emocional de la persona, el aprendizaje, factores genéticos, la cultura y también la patología. Quizá la demostración más dramática de separación entre emoción y cognición sea la de la patología que se conoce como fobia. Éste es un ejemplo extremo de cómo el cerebro trata el riesgo y que puede ser de utilidad en este contexto. El verdadero límite de ese proceso está en sentirse incapaz de afrontar un riesgo que uno reconoce objetivamente como absolutamente inofensivo. Por ejemplo, la fobia a los perros hace que ante la presencia de un perro (aun sabiendo que éste es completamente inofensivo) decida cambiar su plan inicial y tomar otro camino alternativo, aunque sea más largo. Y así se podría hablar en medicina de casos que llevados a las «decisiones económicas» nos hacen comprender que haya gente que necesiten «alterar la química de su cerebro» y tomen b-bloqueantes, excitantes o antidepresivos, para poder decidir adecuadamente sobre los asuntos discutidos, por ejemplo, en un tormentoso consejo de administración.

Hoy sabemos que la activación de ciertos circuitos del sistema límbico, emocional, en particular los de la amígdala y la corteza prefrontal (estructuras de las que ya hablamos al referirnos a la empatía), desempeñan un papel clave en los procesos de toma de decisiones. La función de la amígdala se ha demostrado experimentalmente al condicionar a un animal a una situación de alarma y dolor (miedo). Si a un animal se le

asocia un determinado sonido (producido por una pequeña bocina), con un *shock* eléctrico aplicado a las patas, al cabo de poco tiempo responderá con una reacción de «miedo» sólo con el sonido (es el clásico condicionamiento del perro de Pavlov). Pero si tras ello y repetidamente, sólo se hace sonar la bocina sin choque eléctrico en sus patas, y esto se repite durante bastante tiempo, la respuesta de miedo termina «extinguiéndose»; es decir, el animal deja de tener una respuesta a la bocina. Al parecer, la amígdala graba en sus circuitos de modo permanente ese «miedo», pero es luego, con el tiempo, que la corteza cerebral logra inhibir esa emoción en la amígdala si los dos estímulos dejan de estar asociados. Y es que, efectivamente, si las conexiones entre la corteza cerebral y la amígdala se interrumpen, la respuesta al «miedo» de ese animal, que ya se había extinguido, reaparece de nuevo cuando suena la bocina, pero esta vez sin *shock* asociado.

El papel de la corteza prefrontal en la toma de decisiones también es ilustrativo. Por ejemplo, las personas con lesiones de esta área del cerebro (Bechara *et al.*, 1997) suelen perder más dinero que una persona «normal» ante un determinado juego. En una ocasión se hizo el siguiente experimento. Se colocan dos montones de cartas, uno de ellos con cartas que pueden proporcionar, por un lado, cuantiosas ganancias, pero, por otro, grandes pérdidas. En el otro montón, las cartas proporcionan menos «ganancias», pero más frecuentes. En este experimento se presentaron los dos montones de cartas a personas, unas llamémosles «normales» y otras con lesiones de la corteza prefrontal. Tanto las personas de un grupo como de otro mostraron una «conductancia de la piel» — sudoración como expresión de miedo— tras sacar cartas perdedoras del montón que indicaba grandes pérdidas. Sin embargo, la diferencia en el juego entre ambos grupos fue que las personas con lesiones cerebrales olvidaban rápidamente ese hecho y continuaban jugando cartas del montón de gran riesgo de ganancias o pérdidas. En cambio, las personas «normales» dejaban de jugar de ese montón. Es algo así como si los jugadores con lesión de su corteza prefrontal no guardaran memoria del dolor, del disgusto y la ansiedad provocados por las pérdidas, y los otros, sí. Como resultado, los primeros (lesionados) entraban más rápidamente «en bancarrota».

En otro experimento, realizado con dos grupos de personas de características similares y en que el riesgo era extremo, una persona «normal» casi siempre expresa rechazo o aversión a jugar (posiblemente como reacción ante la alta probabilidad de perder), lo que no ocurre en las personas con una lesión en la corteza prefrontal. Es más, y contrariamente a lo que se pudiera esperar, estas personas con lesiones prefrontales pueden terminar ganando grandes cantidades (Shiv *et al.*, 2005) ¿Por qué? Porque las personas «normales», en una situación de inversiones arriesgadas continuadas y con pérdidas continuadas, llegan al punto en que saben que seguir invirtiendo «es de altísimo riesgo» y dejan de invertir. El riesgo, ya lo hemos visto, crea ese sentimiento de miedo. Por el contrario, los pacientes con lesiones prefrontales, «que no experimentan tales miedos», continúan invirtiendo. Al final, a veces, en esta situación, y de modo

paradójico, ganan. Es interesante este último experimento en tanto que entre los economistas parece haber una regla, o un «consejo», indicando que ante situaciones de pérdidas continuadas, de un paquete de acciones por ejemplo, no se debe dejar llevar por el miedo; es decir, se aconseja seguir aguantando cuanto se pueda, o si se quiere «no vender» precipitadamente. Esto puede tener razones lógicas: si las pérdidas pasadas no se relacionan con las futuras, los riesgos son independientes. En economía, un sujeto racional no tiene por qué basarse en su experiencia pasada, si ésta no le ayuda a predecir el futuro.

Pongamos un ejemplo más que ilustra de nuevo estos comportamientos. ¿Qué hace que la gente prefiera (cuando se le da la oportunidad) escoger extraer una bolita de un cuenco donde hay diez bolitas rojas (ganadoras) y noventa bolitas azules (perdedoras) frente a otro cuenco en el que hay una bolita roja y nueve azules aun sabiendo que la probabilidad de sacar una bolita roja es en ambas situaciones la misma? Pareciera como si la persona, tras comparar los dos cuencos, sacara esa primera inclinación hacia el primero porque es en él donde hay más bolitas rojas ganadoras y no considerando las bolitas azules perdedoras. La lógica coherencia es aquí claramente violada. Una posible explicación nace de los estudios con resonancia magnética funcional. Cuando se trata de hacer una suposición o estimación ante una determinada probabilidad (de ganancia o pérdida), es el cerebro izquierdo el que se vuelve más activo. Sin embargo, cuando se trata de contestar preguntas lógicas, la activación ocurre en el cerebro derecho. Basado en ello se ha especulado que, para que el cerebro derecho produzca una contestación lógica, tiene antes que inspeccionar al cerebro izquierdo y «forzar» a que éste trabaje en sus suposiciones y probabilidades, dando lugar a posibles «patinazos» en las decisiones. Uno de esos patinazos sería precisamente la no consideración «lógica» de que tanto si se elige un cuenco como otro, las probabilidades de sacar una bola roja o azul son las mismas.

El equilibrio de Nash

La teoría de los juegos hace referencia al conjunto de instrumentos de matemática aplicada que los economistas emplean para estudiar decisiones «estratégicas» utilizadas por distintas personas. Estratégicas en el sentido de que la decisión a tomar ya no es sobre cosas (sobre si le gusta una manzana o una bebida refrescante), sino sobre la decisión que se tome en relación con la decisión de otro u otros. Lo que un jugador consiga de su decisión depende también de lo que decida el otro sujeto, y viceversa. La teoría de los juegos, tal y como se suele utilizar en economía, prescinde de la mayoría de los detalles personales de los participantes. Éstos son considerados seres «racionales» (en el sentido económico descrito bajo el epígrafe «el ser humano racional») y buscarán sacar del «juego» el mayor beneficio posible. En resumen, no hay jugadores buenos o malvados, y nadie tiene características especiales que lo hagan diferente.

La teoría de los juegos ha analizado y diseñado distintas clases de juegos (o situaciones de interacción de distintos jugadores). En los llamados «juegos simultáneos», los jugadores escogen su mejor opción o estrategia al mismo tiempo. En cambio, en los «juegos sucesivos» uno de los jugadores escoge su opción antes que el otro (u otros), lo que podría reportar una ventaja. Un concepto fundamental en este contexto es el equilibrio de Nash (Nash, 1951), que denota las opciones u estrategias escogidas por cada jugador y que considera sólo las mejores teniendo en cuenta lo que han escogido los otros. Ninguno de los jugadores desea cambiar sus opciones o estrategias. Tratando de hacer simple y asequible lo dicho, esto quiere decir que los jugadores cuando están en ese «equilibrio» han escogido aquello que les reporta más beneficio, teniendo en cuenta la elección de su contrincante (que ha escogido también la mejor opción posible para él, dada la de los demás). Esta idea básica no se cumple siempre. Muchas personas, de hecho, actúan de forma «irracional».

La realidad es que cuando una persona participa en un juego (en el sentido de interaccionar con otras personas para conseguir objetivos y tomar decisiones), entran en combinación las intuiciones acerca de cómo reaccionarán los otros, las emociones (que intentará controlar), la astucia en la planificación y el propio aprendizaje. Curiosamente, las emociones y los sentimientos no son, en el contexto de la economía actual, parte evidente de la teoría de los juegos. La descripción de algunos de estos juegos nos ayudará mejor a entender este apartado.

El juego del ultimátum

Se trata de un juego «sucesivo» (en dos etapas) y entre dos jugadores. En la primera etapa, a uno de los jugadores se le da una cantidad de dinero, digamos diez euros, con la condición de que lo ha de repartir con el otro jugador, quedando él con la libertad de hacer el reparto que considere más oportuno. El segundo jugador, al que le hace la propuesta el primero, puede aceptar o rechazar la oferta y el juego termina con la decisión del segundo jugador, al aceptar o rechazar lo que se le ofrece. Ambos jugadores tienen bien entendido que si el segundo jugador rechaza la propuesta ofrecida, ninguno de los dos ganará nada. Los modelos económicos, tal como la teoría utilitaria o teoría de la satisfacción predicen, típicamente ignoran o minimizan la influencia de las emociones y se guían por una «supuesta» conducta perfectamente racional. Y es así que en este juego, y siguiendo tal teoría, se piensa que lógicamente debiera cumplirse el equilibrio de Nash, de «máxima satisfacción», en el que el jugador número uno haría una oferta muy baja y el jugador número dos aceptaría esta o cualquier otra sobre la base de que no tiene nada y, por tanto, cualquier oferta sería más beneficiosa que nada. De hecho, y si el segundo jugador fuera «puramente racional», en el sentido económico (y careciera de emociones), aceptaría gustoso hasta incluso sólo un céntimo si la alternativa es la de no tener nada. En otras palabras, si el jugador que recibe la oferta, como he dicho, no tiene

la más mínima reacción emocional ante lo apropiado de la misma (justa o injusta) y no reacciona con envidia, rabia o disgusto, está claro que aceptaría cualquier propuesta, incluso la más baja. De igual modo, si el jugador que hace la oferta tampoco tiene ninguna reacción emocional, es decir, no tiene ningún escrúpulo (no se siente culpable de ofertar algo claramente injusto) o «lee» en la mente del otro que no tiene reacción emocional o no siente nada ante una injusticia, está claro que ofrecerá la cantidad mínima. En la realidad, sin embargo, en el hombre «real», o si se quiere desde la perspectiva de la racionalidad limitada «que incluye la emoción», las respuestas de los dos jugadores son bien diferentes. En este último caso, el patrón de conducta que se observa normalmente es que el proponente lo hace con una oferta que gira casi siempre alrededor del 50 %, que es aceptada. Es más, aproximadamente el 40-50 % de los que reciben una oferta menor del 20 % la rechaza, y lo hace, además, con gestos de disgusto y sensación de injusticia.

En un estudio utilizando la técnica de resonancia magnética funcional (McCabe *et al.*, 2001) se ha podido ver que un área muy concreta de la corteza prefrontal, el área 10 de Brodmann (área frontopolar) y otras áreas del tálamo conectadas funcionalmente con esta área B-10, muestran una alta actividad en aquellos jugadores que cooperan bien «y alrededor de lo justo». Por el contrario, tal actividad se encuentra disminuida en aquellos jugadores que no cooperan y realizan propuestas injustas. El área B-10 es un área prefrontal cuya actividad se ha visto relacionada, en estudios anteriores, con aquellas situaciones en las que el individuo muestra o piensa hacer un acercamiento emocional a otras personas.

En este contexto son interesantes las respuestas encontradas en personas autistas cuando juegan el juego del ultimátum. Una persona autista es aquella que no puede ponerse en el lugar del otro, intuir sus intenciones, lo que siente o piensa y, por tanto, falla en sus relaciones con los demás y con el mundo. Pues bien, en el caso de los autistas (adultos o niños) (Hill y Sally, 2003) se ha observado que casi la mitad de ellos ofertan cero o uno (de la cantidad total de diez euros) y muy pocos llegan a ofrecer la mitad. Y, precisamente, en ellos no se produce la activación del área 10 de Brodmann, que está «plana» de actividad en estas transacciones, lo que claramente indica el papel relevante de esta área del cerebro en todo cuanto venimos indicando.

Jugando y prediciendo resultados

No deja de ser especialmente relevante, además, que en este mismo juego del ultimátum, y en las personas que reciben una oferta injusta, se activan de forma sobresaliente (y entre otras tantas áreas cerebrales con menor actividad) tres estructuras y de forma bilateral: 1) la ínsula anterior, 2) la corteza prefrontal dorsolateral, y 3) la corteza cingulada anterior. Estos hallazgos tienen un significado especial. Primero, la actividad de la ínsula ha sido correlacionada con estados emocionales de desazón, angustia y

dolor. No es, por tanto, sorprendente el aumento de su actividad ante situaciones, como la del juego del ultimátum, cuando se reciben ofertas injustas. Y es que, efectivamente, no sólo ocurre en estas situaciones de injusticia un aumento de su actividad, sino que se ha podido determinar que existe, además, una correlación positiva y significativa entre el grado de la oferta injusta y el grado de activación de la ínsula, algo así como si esta área del cerebro actuara como «medidor» o fuera un «computador» capaz de valorar los niveles de injusticia. Tanto es así que se ha sugerido que su actividad bien pudiera considerarse como un buen «predicador» del grado de rechazo que va a tener una persona hacia la oferta recibida.

Por su parte, se ha observado que la corteza prefrontal dorsolateral —un área involucrada en aspectos cognitivos, particularmente en la toma de decisiones— se activa selectivamente tanto en aquellos jugadores que aceptan como en los que rechazan la oferta. Esta área, por tanto, no fue predictiva para la decisión que iba a tomar la persona. Sin embargo, en este mismo estudio (Sanfey *et al.*, 2003), un análisis de correlación entre la activación de la ínsula anterior y la corteza prefrontal dorsolateral mostró que las ofertas injustas, que luego fueron rechazadas, producían mayor activación de la ínsula que de la corteza prefrontal y que, por el contrario, las ofertas que luego fueron aceptadas producían una mayor activación de la corteza prefrontal con respecto a la activación de la ínsula anterior. Es interesante, además, la observación indicando que la corteza prefrontal se activa ante las ofertas injustas de una manera uniforme, independientemente del grado de injusticia, mientras que la activación de la ínsula anterior aumenta —como ya hemos indicado— en proporción a la injusticia, reflejando el grado de desazón o «tono emocional» que va escalando la persona. Todo ello lleva a la conclusión de que la relación ínsula-corteza prefrontal es un buen predictor, quizá mejor que sólo el de la ínsula, para señalar y adelantar la relación injusticia-justicia de las ofertas que recibe una persona y su grado de aceptación-rechazo a las mismas. Finalmente, la activación de la corteza cingulada anterior, un área cuya actividad ha sido relacionada con la integración de varias vías de información relativas a la recompensa o el placer, la memoria de situaciones anteriores parecidas, y la preparación de la ejecución de conducta. En el juego que acabamos de describir se correlacionó su activación con el jugador que recibía una determinada oferta y el grado de atención que prestaba a la misma.

Este trabajo resulta sobresaliente, no sólo porque analiza y descompone algunos de los ingredientes emocionales y cognitivos del jugador que recibe las ofertas, sino porque eventualmente podría aportar datos para futuros modelos matemáticos, en particular en el llamado modelo de utilidad (satisfacción), e incluso para evaluar resultados en personas sometidas a ciertos aprendizajes selectivos en los que tras ellos hayan de tomarse decisiones de alto riesgo. El aprendizaje puede modular la actividad de estas áreas cerebrales que producen o forman parte de los circuitos que elaboran las reacciones ante una situación de justicia o injusticia.

Es evidente que en procesos cognitivos tan complejos, como la interacción de dos personas en constante transacción de ideas y decisiones, entran en actividad un inmenso número de áreas y circuitos neurales, así como componentes ambientales. Uno de ellos, por ejemplo, es el momento del ritmo circadiano, cuya influencia ha podido verse en la conducta ante aquellas situaciones de toma de decisiones, particularmente aquellas que implican discusiones sobre coste-beneficio. Esto debe servir de alerta a los ejecutivos que viajan de unos continentes a otros para cerrar negocios sobre la base de discusiones y decisiones que duran varios días. Y, desde luego, en la planificación previa a una reunión de negocios. Hoy sabemos el papel tan sobresaliente que desempeña la corteza prefrontal dorsolateral en estas transacciones, y cómo esta parte de la corteza cerebral se activa en todo aquel aspecto cognitivo que significa planificar, que es lo mismo que decir aprender y grabar preprogramas neuronales que luego serán utilizados con ventaja por quien toma la decisión «real» en la mesa de negociaciones. La corteza prefrontal dorsolateral es enormemente plástica y es la que opera principalmente basada en decisiones económicas anteriores, que salieron bien o mal, y rectifica o potencia elaboraciones cognitivas futuras (Barraclough *et al.*, 2004).

La hormona de la confianza

Sin duda que las interacciones sociales, en particular aquellas que tienen como centro un intercambio, descansan sobre la confianza generada entre las personas que interaccionan. Como ocurre cuando se compra una casa o se invierten los ahorros y hasta cuando se compra fruta en el mercado y se mira la cara del frutero. Como dice Damasio (2005): «Retira la confianza y de alguna manera harás cimbrear los cimientos del amor, la amistad, las transacciones económicas y hasta el liderazgo del que gozan algunas personas».

Precisamente, la hormona oxitocina ha mostrado ser un agente biológico mediador de esa confianza en las transacciones sociales, particularmente las económicas. En un reciente estudio se ha visto que cuando dos personas realizan un intercambio, en el que uno desempeña el papel de inversor y el otro de agente que proporcionará intereses al dinero invertido, la hormona oxitocina (en este caso administrada en la nariz del inversor) aumenta su confianza en el agente (Koesfeld *et al.*, 2005). Esto ha dado lugar a la especulación de que en la vida real, cuando alguien invierte dinero en algo o hace una compra de una casa o un coche, esta hormona puede desempeñar un papel en la activación de áreas del cerebro que tienen que ver con la elaboración mental y la correspondiente conducta de confianza. Algo así como si tras una primera impresión de la persona con la que se va a hacer el trato, y el correspondiente análisis cognitivo de la situación, la hormona se libera en el cerebro y, en función de una mayor o menor liberación, se activasen los circuitos neuronales que elaboran la confianza. A más oxitocina mayor confianza, y supuestamente realización positiva de los planes de

inversión o compra previstos. ¿Puede uno imaginar que algún día un agente de bolsa reciba a posibles inversores rociando su despacho todas las mañanas con un spray de oxitocina?

Empresarios y minorías

Hay empresarios que en el proceso de selección de personal para un determinado puesto de trabajo, rechazan la candidatura de aquellas personas que pertenecen a una minoría (negros, por ejemplo). Si le preguntáramos a qué obedece su conducta, este empresario posiblemente podría contestar que no escoge a esta gente porque piensa que las minorías son menos productivas (explicando con ello, por ejemplo, que son personas con falta de destrezas, algo así como lo que se conoce en economía como *statistical discrimination*). Sin embargo, lejos de esa apreciación de mayor o menor productividad, en realidad lo que hay detrás de todo esto son probablemente mecanismos emocionales inconscientes y primitivos, de los que ya hablamos en el capítulo dedicado a la neurosociología.

Efectivamente, las personas que son diferentes a las que uno encuentra en el entorno cotidiano de su nicho social y cultural activan automáticamente circuitos de alerta y desconfianza (peligro, inseguridad), quizá basados, como ya he señalado, en los códigos primitivos del funcionamiento del cerebro. En estudiantes caucásicos (raza blanca) que no han mostrado conscientemente ninguna actitud ni conducta racista, se ha podido demostrar, por ejemplo, utilizando técnicas de registro como la resonancia magnética funcional y tests apropiados —tests de asociación tan rápidos que prácticamente la respuesta a lo visto se realiza de un modo inconsciente (McConnell y Leibold, 2001)—, que cuando se les muestran fotografías de personas de raza negra hay una fuerte activación de la amígdala (reacción de miedo), aun cuando al preguntárseles a posteriori, no reconozcan haber experimentado ninguna percepción de miedo ante las fotos. Este mismo fenómeno se observó también cuando el experimento se hizo al revés; es decir, cuando a personas de raza negra se les mostraron fotografías de personas de raza blanca. Además, y esto resulta muy interesante, la respuesta de la amígdala (miedo) en personas de raza blanca ante la visión de fotografías de personas de raza negra no se produjo si en las fotografías aparecían personas conocidas, bien amigos o caras familiares de la vida real, del cine o de la vida pública (por ejemplo, la cara de Denzel Washington). Esto va de la mano de esta otra observación, en la que si justo en el momento de mostrar fotografías de personas de raza negra desconocidas a personas de raza blanca se les preguntaba, por ejemplo, «dígame si esta persona tiene aspecto de gustarle mucho o poco los vegetales», la amígdala no se activó. Todo esto nos lleva a las siguientes conclusiones. Primera, hay mecanismos primitivos registrados en nuestro cerebro que se ponen en marcha de modo automático ante estímulos específicos. Segundo, estos mecanismos cerebrales son plásticos y moldeables. Tercero, conocer estos mecanismos y cómo se ponen en marcha debe permitir una «real» adaptación a los determinantes

sociales del mundo de hoy. Y todo esto, además, nos lleva, volviendo al inicio, a que incluso argumentos propios de la economía estarían quitando la razón a aquel que relaciona «minoría» con otras características como «destreza» o «productividad». Al parecer, las empresas que discriminan, pierden competitividad y, de hecho, se observa hoy que las industrias más competitivas han superado este problema o si lo tienen es mucho menor que en el pasado.

Valores, elecciones y un final

Y una reflexión última sobre las decisiones. La toma de decisiones, tanto en animales como en seres humanos, ha tenido siempre una piedra de toque en el concepto de los valores. Sin duda, un mono, que tiene que escoger entre un grano de uva y un trozo de manzana, elige una u otra opción sobre la base del valor que, en ese momento, representa para él una u otra cosa. Pero este valor no es algo fijo. La uva, que puede ser la elección del mono en ese momento, puede no serlo mañana o incluso una hora después, si se repite el experimento. El valor de las cosas es un atributo variable que le da el sujeto a todo cuanto existe en el mundo que le rodea y que, a su vez, depende de infinitas variables, desde el estado subjetivo, hasta el contexto en el que se encuentra lo elegido. Por tanto, el concepto valor, de gran interés de estudio para la psicología, ha sido, sin embargo, un concepto poco tratado y bastante elusivo para la neurociencia, dada la dificultad de diseñar experimentos capaces de revelar dónde está representado el mayor valor que se le asigna a una cosa frente a otra y en qué momento determinado. Hoy empezamos a conocer algo de estos procesos en el cerebro. Por ejemplo, la corteza cingulada anterior, ya mencionada, ha sido involucrada en esos procesos (Amodio y Frith, 2006) y recientemente un estudio ha revelado también que neuronas de la corteza orbitofrontal codifican para esa asignación de los valores que tienen las cosas sobre las que se toman decisiones (Padoa-Schioppa y Assad, 2006). Que todo esto es de enorme relevancia para las elecciones «económicas» y los estudios, diseños y modelos de la futura economía, parece evidente.

CAPÍTULO 6

NEUROARTE

Ni la Ciencia ni el Arte pueden estar completos sin aunar sus fuerzas. La ciencia necesita de la intuición y el poder metafórico de las artes y el arte necesita la visión nueva de la Ciencia.

Edward O. WILSON, *Consilience*

El arte, como cualquier otra actividad humana, debe obedecer las reglas del cerebro, que a la postre es un producto de su actividad, y estoy convencido de que no se conseguirá alcanzar ninguna teoría del arte que sea completa o desde luego profunda, a menos que esté basada en una comprensión acerca de cómo funciona el cerebro.

Semir ZEKI, *Art and the Brain*

La pintura, la música, la literatura, la escultura embellecen la vida del ser humano. Todas las culturas han estudiado, descrito o comentado estas disciplinas. O inspirado hondos sentimientos que han querido verse arrancados de las profundidades del espíritu humano. Pero hasta ahora no se ha hecho ningún análisis desde la perspectiva biológica del cerebro, último y recóndito lugar donde se elabora todo lo que se ve o se admira, se toca o se siente. ¿Cómo puede el cerebro, pura biología, elaborar esa profunda fascinación que nos arroba al contemplar una obra de arte inspiradora, hermosa? ¿Es posible reducir la excelencia de lo que nos inspira admiración o nos sobrecoge, el amor o los ideales, a moléculas, células, circuitos, física y química?

Decía Freud en *El malestar en la cultura*: «La belleza no tiene utilidad evidente y, sin embargo, la cultura no podría prescindir de ella. La ciencia de la estética investiga las condiciones en las cuales las cosas se perciben como bellas, pero no ha logrado explicar la esencia y el origen de la belleza, y como de costumbre, su infructuosidad se oculta en un despliegue de palabras muy sonoras, pero pobres de sentido». Esto fue dicho por Freud en 1930. Cuánto le hubiera complacido a Freud, supongo, ver que tras ese «despliegue de palabras muy sonoras» conocemos hoy algunos procesos cerebrales que nos ayudan a entender cómo el ser humano construye la belleza.

Misterioso y luminoso

Lo cierto es que el arte, como corazón de lo que llamamos las humanidades, ha escapado, desde siempre, a la mirada de las Ciencias. Incluso, desde el arte, una mirada, la científica, se ha interpretado como desintegradora de su esencia. La ciencia ha sido vista como una mirada fría, desnaturalizadora, rompedora con su análisis de todo aquello que es cálido, espiritual y escondido en ese misterioso último rincón de la naturaleza humana. Baste citar las definiciones de arte dadas por Goethe: «el arte es la magia del

alma», o por Picasso: «el arte es la mentira que revela la verdad». Pero esto, que ha sido casi siempre así, ahora no lo es tanto, o al menos a mí no me lo parece. Hoy comenzamos a ver, aunque muy tímidamente, que la entrada de la ciencia en el arte no es una injerencia. Antes al contrario, la ciencia empieza a aportar a ese misterio un conocimiento que engrandece al arte. Nada debe ser «misterioso», sino «luminoso» y lo que la ciencia pretende —o si se quiere la ciencia del cerebro, la neurociencia— es, sin alterar la esencia del arte en su emoción e inteligencia, desmenuzar en «granos» o «unidades» cómo esa emoción e inteligencia se construye en el cerebro humano. Wilson apuntaba que

no hay razón para suponer que el arte declinará a medida que florezca la ciencia... No veo un límite en el futuro de la originalidad y brillantez de las artes como consecuencia de un entendimiento reduccionista del proceso creativo en las artes y las ciencias. Ni la ciencia ni el arte pueden estar completos sin aunar sus fuerzas. La ciencia necesita de la intuición y el poder metafórico de las artes y el arte necesita la visión nueva de la ciencia.

Leonardo da Vinci, por sólo hablar de la figura más representativa del Renacimiento, sería ya un buen ejemplo de cuanto acabo de señalar. En Da Vinci el conocimiento de la anatomía, tanto la musculatura como el cerebro, influyó poderosamente en su obra artística. Nadie duda que Leonardo, como tantos otros artistas de la época, representó esa dimensión de puente entre arte y ciencia. A mí no me cabe ninguna duda que conocer, como él conocía la anatomía humana, influyó de un modo decisivo y nuevo en la representación de las figuras. «Leonardo comenzó, quizá, a investigar la anatomía, impulsado por el deseo de perfeccionar su arte», como describe Freud siguiendo a Solmi, que señaló: «Leonardo aveva posto come regola al pittore lo studio della natura». No puede ser lo mismo, y no podría nunca serlo, representar artísticamente la figura humana, sólo conociendo la sensorialidad superficial de ese manto que es la piel, que conociendo la disposición del tejido celular subcutáneo y la masa muscular que hay debajo y le da forma. Una u otra visión debe, necesariamente, producir obras artísticas diferentes. Sin duda que pintar sólo desde la apreciación perceptiva superficial puede dar lugar a una dimensión artística genial, pero pintar con el constructo mental de una realidad que va más allá de las apariencias, no ignorando el conjunto que da realidad a esas apariencias, puede aportar una dimensión nueva y más profunda a la obra de arte. Estas mismas reflexiones hechas sobre músculos y piel se extienden en profundidad para justificar y bucear en los mecanismos del cerebro y conocer cómo se «crean» los colores, las formas, el movimiento y la orientación de la obra artística, y en cada artista.

Arte y belleza

El arte ha seguido los mismos cánones durante más de dos mil años, pensando que la belleza era un concepto inherente a la obra artística. Bajo esa mirada, la belleza tenía su existencia «en sí misma», en el mundo externo y la persona era más bien sujeto pasivo contemplador de la misma. La belleza, decían los clásicos, está allí fuera. La belleza era pues objetiva, con una presencia eterna en el mundo. Hoy, sin embargo, sabemos que no es así. Que la belleza la crea nuestro cerebro. Que la belleza es un producto del cerebro humano. Ya David Hume a mitad del siglo XVIII fue de los primeros en apuntarlo al señalar que la belleza, «placer del alma», pertenece a la esfera del sentimiento y que cada ser humano percibe una belleza distinta de las cosas porque todo ello deriva de la experiencia. La belleza, pues, era, para Hume, algo relativo. Kant señaló igualmente que la belleza era el producto de las características de los objetos mismos, pero también de la participación activa de la persona que los percibe.

Un reciente estudio utilizando resonancia magnética funcional ha puesto de manifiesto algunas áreas del cerebro que se activan cuando el individuo reconoce «belleza» en cuadros de pintura. Áreas del cerebro que son diferentes a las que se activan cuando esas mismas personas contemplan otras pinturas que clasifican de «neutras» o de «fealdad». Lo individual y personal en la apreciación de la belleza en el arte se destaca cuando unos individuos aprecian belleza donde otros no la encuentran. Y, sin embargo, cuando una persona o serie de personas clasifica lo visto como «belleza», en todas ellas se activan áreas del cerebro muy similares. Entre éstas se incluyen diferentes áreas de las cortezas visual, parietal, orbitofrontal, cingulada y ciertas áreas de la corteza motora. Los autores de este estudio resaltan especialmente la activación de la corteza cingulada anterior, que es muy sobresaliente comparada a cuando el individuo contempla pinturas clasificadas como neutras. De hecho, la actividad de la corteza cingulada anterior ha sido relacionada con diversos estados y reacciones emocionales, tales como el amor romántico, las respuestas placenteras a la música o la visión de fotografías de alto contenido erótico (Kawabata y Zeki, 2003).

Pero, ¿qué es neuroarte?

Neuroarte es, en su esencia, lo que acabo de señalar en el párrafo precedente. Neuroarte, por tanto, no es ninguna nueva forma, estilo o tendencia del arte que haya aparecido de modo reciente. No es un arte «mediático» o «digital» o un «ciberarte» (fotografía, cine, vídeo, construcciones electrónicas). Neuroarte refiere a toda perspectiva que llevaría a entender el arte desde sus raíces y bajo cualquier tipo o tendencia. Cuando hablamos de arte, ya sea de la belleza, el placer o la emoción que nos inspira la obra artística, intrínsecamente nos estamos refiriendo a los mecanismos cerebrales que elaboran esas percepciones estéticas. Eso es neuroarte. Y además, el neuroarte también se refiere a aquellos mecanismos cerebrales que nos permiten distinguir entre lo que es arte y lo que no lo es.

Neuroarte o neuroestética es, por tanto, aquella aproximación neurobiológica que trata de entender y explicar todo arte —literatura, pintura, música, escultura o arquitectura— desde la perspectiva de cómo éste es «concebido, ejecutado y apreciado». Es el estudio que contempla el arte en relación con lo que ocurre en el cerebro humano, qué áreas se activan en él y cómo se ponen en funcionamiento cuando una persona se embarga y aprecia lo que conocemos como belleza. Y también refiere a los procesos que tienen lugar en el cerebro con la creación artística. Ello implica la activación de los procesos sensoriales —visión, sonido o tacto—, alcanzando la sensación, emoción y percepción de lo visto, oído o tocado, y con ello la abstracción, y finalmente el conocimiento y su comunicación a los demás.

Arte, contemplación y placer

Se pregunta Zeki: «¿Qué es el arte y qué constituye la obra de arte? ¿Por qué valoramos tanto el arte en sus distintas expresiones y por qué ha sido siempre una característica notable de todas las sociedades humanas?». Preguntas, tan aparentemente elementales, han generado bibliotecas enteras sin que se haya llegado a una respuesta satisfactoria. Tal vez ahora, con los conocimientos que aporta la neurociencia se pueda ofrecer una nueva perspectiva que ayude a encontrar nuevas respuestas, y con ello, una mayor satisfacción a las mismas. El arte, dice Zeki, es conocimiento. Pero también el arte es placer.

Sin duda que el arte arranca del conocimiento. Ningún neurobiólogo, ni tampoco filósofo hoy, dudaría de ello. Es conocimiento porque nace de la capacidad del cerebro de crear abstractos, conceptos, universales, o si se quiere, recordando a Platón, ideales, esencias puras. Pero también es placer, porque el abstracto, esa capacidad del cerebro de construir objetos «mentales» a partir de los objetos «reales» que hay en el mundo, pasa por el tamiz de los circuitos neuronales del placer acuñándole una impronta, una fuerza, una energía y un brillo del que carecía antes de pasar por ellos. Sin los pasos cerebrales que crean ambos, conocimiento y placer, nunca podría concebirse el arte y la belleza.

El cerebro (ya lo dijimos en el capítulo 3 al hablar de las leyes del cerebro) posee los mecanismos neuronales que permiten el proceso de la abstracción, base del conocimiento. El cerebro ha desarrollado la capacidad de, a partir de objetos y casos particulares, extraer un objeto ideal, un abstracto capaz de ser universal y poder a su vez ser aplicable a todos los casos particulares. La «idea» o «abstracto» de naranja, con todas sus características es ajustable a toda naranja posible y concreta de la realidad, independientemente de su tamaño, forma o color. Es con esa «idea» como se construye el pensamiento y el discurso intelectual humano. Y es, además, con esta abstracción o idea que el hombre ha alcanzado cotas inimaginables del conocimiento, y con él, las concepciones del arte y la belleza. Con este proceso, el ser humano ha llegado a idealizar, de forma suprema, cualquier objeto del mundo real y concreto.

Desde esta perspectiva del cerebro, Zeki explica así el arte:

la abstracción resulta en una idea o concepto, pero nuestra experiencia sigue siendo la experiencia de lo particular y el particular que experimentamos no siempre satisface la idea formada de él por nuestro cerebro. Un modo de obtener esa satisfacción es tomar la idea formada en el cerebro y convertirla en una obra de arte.

Y una vez más esa satisfacción requiere el añadido de la emoción. Con ese añadido emocional a la abstracción es como cualquier escultura, un paisaje o un gesto, se pueden convertir definitivamente en una escultura hermosa, un paisaje hermoso o un gesto hermoso, y también es así como esa emoción llevada a la consciencia crea el sentimiento del ideal.

El componente de placer en el arte, contrapuesto de algún modo con esos otros placeres que hemos llamado más primitivos, y que mantienen nuestra supervivencia, deben ser, como señalaba Kant, de naturaleza más fina «porque tolera ser disfrutado más largamente, sin saciedad ni agotamiento, bien porque supone en el alma una sensibilidad que la hace apta para los movimientos virtuosos, o porque pone de manifiesto aptitudes y ventajas intelectuales».

Genialidad y creatividad

El talento de un artista es lo que le hace capaz de plasmar en tela, madera, piedra o pentagrama los abstractos insatisfechos, los ideales. Pero no sólo ellos, también las emociones insatisfechas son una energía que lleva al artista a querer alcanzar la satisfacción que no proporciona la realidad concreta. Cuando estos ideales y emociones, estos universales insatisfechos, son identificados como tales por mucha gente, estamos ante una obra de arte universal, ante lo que realmente reconocemos como belleza. Y todavía más. Lo que el artista genial logra evocar en los demás seres humanos, no es sólo la admiración pasiva de la belleza por él lograda, sino el que cada ser humano recree en su propio cerebro, activamente, su propia concepción de belleza y la proyecte a la obra que contempla. Todo esto nos lleva a la idea, nueva y sorprendente, de que una obra artística genial produce en quien la contempla algo que en sí misma no tiene. Por eso se dice que las obras geniales más grandes, las más bellas, son siempre obras inacabadas. Obras que el artista ha dejado incompletas para que las remate quien las contempla. Eso las convierte en universales. La belleza, en su grado máximo, sería algo así como un constructo mental, emocional, del cerebro de cada ser humano que sólo las obras geniales logran evocar. Esto mismo nos recuerda que una obra de arte, ya se trate de una pintura o una escultura, como las *Pietás* no terminadas de Miguel Ángel, son siempre un elemento vivo que, como un germen metido en el cerebro, cada vez que se ve o se

contempla, crea en cada espectador nuevos significados, nuevas percepciones de belleza.

Y es así como el ser humano cambia el mundo que le rodea. Pero no sólo el propio mundo físico, el de nuestros estímulos sensoriales, sino nuestro más íntimo mundo humano, puesto que es nuestro cerebro el que crea las cosas hermosas. Nada hermoso existe en el mundo sin el concurso de nuestro cerebro. Shakespeare o Cervantes no crearon una obra estática que impresa en un libro está encerrada en la estantería de una biblioteca. Crearon un elemento vivo que recrea en cada lector, nuevos significados, nuevas percepciones de belleza. Y esa creatividad, en parte, se origina en la lectura de toda obra que así se perpetúa. De ese modo cambian nuestros propios marcos de referencia y, a su vez, estos nuevos marcos nos permiten percibir un mundo diferente. Pero es verdad que sólo el artista, el artista genial, en un rincón del cerebro tan recóndito como desconocido («nadie conoce los procesos neuronales que subyacen al impulso creativo o a la variabilidad cerebral», solía decir Semir Zeki), puede llevar esos universales tan lejos como para, tras ser construidos en su cerebro y plasmados en la pintura, la literatura, la escultura, la arquitectura o en el idealizado sublime de la música, pueda ser admirado por todo el mundo.

Creatividad y locura

Pero la abstracción, la emoción y la genialidad, muchas veces, la mayoría de las veces, no operan en un procesamiento neuronal que es alimentado por la cotidianidad, en la rutina del día a día, sino que se ponen en marcha por mecanismos que exigen un alto coste a la persona. Precio que a veces es la propia locura del artista. Por eso, al considerar la neurobiología de la creatividad, en la que se focaliza la neuroestética o el neuroarte en el papel de las emociones, la abstracción, el conocimiento y la función en general del cerebro en la expresión artística, sería importante extender estos límites de investigación a la neurobiología de la creatividad, como producto no de los cerebros normales (si es que sabemos qué queremos decir con esto), sino de los que malfuncionan. Sin duda, el arte se ha nutrido copiosamente de artistas con enfermedades que han abierto nuevas puertas a la percepción, y cuyo talento les ha permitido plasmar estas nuevas percepciones en telas, acordes o literatura. Es el caso, por ejemplo, de Van Gogh, que bien envenenado por digital, intoxicado por trementina o enfermo de epilepsia, esquizofrenia o psicosis maniaco-depresiva, ha dejado esas pinturas geniales de colores cálidos lanzados sobre el lienzo a paletadas, como zarpazos gruesos y geométricos. ¿En qué medida la enfermedad mental de Van Gogh fue o no fue creadora?

Pero para entender cerebralmente la literatura, la pintura y en general todas las bellas artes queda un largo, infinito, camino por recorrer. ¿Qué hace que cada artista imprima una sensación diferente de belleza en el cerebro de quien contempla su obra? ¿Qué hace a las descripciones hermosas y serenas de Cervantes diferentes a las evocadoras e inspiradas de los personajes de Shakespeare? ¿Qué hace que Velázquez imprima a su

obra belleza, serenidad y realismo, que El Greco estrese las figuras provocando una belleza incómoda, que Goya imprima una impresión de movimiento difuminado, que Van Gogh envuelva su pintura de una sensación de tormento y angustia? ¿Qué hizo a Antonio Gaudí alumbrar en su mente, posiblemente agitada ya por fantasmas y locuras, la Sagrada Familia? Conocimiento y placer, pues, diverso, controvertido y angustiado en la singularidad de cada cerebro con sus deficiencias, genialidades e incluso patologías.

Mirando hacia atrás y hacia delante

Neuroarte se podría analizar desde dos perspectivas diferentes. Por un lado, la visión retrospectiva, aquella con la que se analiza la construcción de una obra de arte concreta, histórica, a partir de nuestros conocimientos actuales de cómo funciona el cerebro. Y así, en parte, se ha analizado recientemente la obra de muchos artistas. Por ejemplo, Zeki (1999) ha sugerido que la experiencia estética producida por un cuadro de Malévich o de Barnett Newman es debida, al menos en parte, a la estimulación de las células de orientación-selectiva de las áreas visuales del cerebro o que, al menos, como más específicamente señala, los elementos constitutivos de estas pinturas son un poderoso estímulo de estas células. De lo que se deduce que «un cerebro privado de tales células —sea porque haya habido una ceguera durante el período crítico tras el nacimiento o por cualquier razón patológica— no sería capaz de apreciar estas pinturas de ninguna manera» (Zeki, 1999).

De la misma manera, podría atribuirse a las pinturas de Alexander Calder, quien mejor desarrolló el arte del movimiento (lo que se conoce como arte kinético), una activación bastante selectiva de las neuronas del área visual V5. Ciertamente es que la creación de una sensación de movimiento en la pintura no es ni mucho menos exclusiva de Calder, otros muchos artistas han expresado, en alguno de sus cuadros, esa misma sensación. Por ejemplo, Claude Monet en su *Impresión: salida de Sol*. Lo que sí es cierto, como señala Zeki, es que «el arte kinético especialmente en las manos de Calder, da como resultado trabajos que actúan como estímulos perfectos de las células de la V5, un área del cerebro que detecta el movimiento y cuyas neuronas son indiferentes al color del estímulo y normalmente también son indiferentes a las formas».

Otra visión de neuroarte es su mirada hacia delante; esto es, la visión de cómo nuestros conocimientos actuales acerca de cómo funciona el cerebro, cómo elabora y cómo construye la realidad, permite entender mejor procesos tan enigmáticos como los desarrollos perceptivos de la obra de arte, el juicio que hacemos de ésta y su dimensión estética y emocional, y por supuesto la creatividad. El conocimiento de esto último —es decir, conocer cómo el cerebro «crea» artísticamente—, hoy todavía un enigma, en un futuro próximo debería influir en los artistas y en sus concepciones artísticas.

Tres atributos del arte

Cabría preguntarse qué propósitos persigue y para qué sirve una obra de arte. ¿Es la experiencia artística de conocimiento y placer, enteramente individual y por eso carece de propósito último en el ser humano como especie? ¿Es el hecho de que todo ser humano experimente, sienta y tenga necesidad de ver y rodearse de arte un fenómeno que está más allá de nuestra idea de supervivencia? ¿Es el arte un producto universal y mágico, intrínseco y genuino del ser humano sin más explicación? Ciertamente, cualquier obra de arte podría describirse como simple representación, en un teatro, en un lienzo, en un pentagrama, o como objeto que, al menos aparentemente, no tiene en sí misma ninguna utilidad, ni inmediata ni futura, para la supervivencia biológica del individuo. Sin embargo, hoy no concebiríamos la supervivencia «real» del ser humano sin la comunicación de unos con otros, que, en su más amplio sentido, social y cultural, refiere a la interacción con las representaciones artísticas y su significado, sean éstas pinturas, esculturas, arquitectura, cine, teatro, música.

En concordancia con esto último, y a la pregunta de si el arte tiene un valor biológico siendo el hombre un ser biológico como es, habría que contestar afirmativamente, ya que para el ser humano el arte es la dimensión que le ayuda a dar un sentido a su existencia, más allá de aquellas emociones básicas que le mantienen «biológicamente vivo». El hombre comparte con el chimpancé y el resto de los mamíferos e incluso, por supuesto, con todos los seres vivos, el placer en todo aquello que le mantiene vivo como individuo y como especie (comer, beber, dormir, jugar y reproducirse), pero el hombre, a diferencia de sus congéneres los animales, encuentra, además, placer (también para ese mantenerse vivo) en todo aquello que es ya sólo y genuinamente humano como el arte o la misma religión, por ejemplo. Ése es el valor de supervivencia que tiene el arte para el hombre y no para el chimpancé o cualquier otro animal.

Esta reflexión nos lleva a ser conscientes de que el arte probablemente tuvo un origen que de algún modo seguimos compartiendo los seres humanos actuales. En esencia, este origen está en la intención de comunicar cosas a los demás. Sin duda que el significado de las pinturas paleolíticas, o las representaciones en objetos de aquellos tiempos, tenían un sentido mágico que está muy alejado de lo que entendemos hoy por arte, pero en su esencia estas pinturas eran comunicativas y transportaban la intención de decirle cosas a los demás con símbolos «gratificantes» y, por tanto, embebidos ya de esa «nueva dimensión» que es el arte. El arte, la belleza, no arranca pues en Grecia, ni en el Antiguo Egipto. Sólo hay que recordar la pequeña figura de marfil de Hohlenstein-Stadel, en el sur de Alemania, representando una cabeza de león esculpida sobre un colmillo de mamut y que con una datación de unos 30.000 a 33.000 años, se considera la pieza de arte más temprana conocida, toda «una combinación de experiencia, técnica y belleza» (Mithen, 2005). O los huesos o trozos de madera, cuyo origen también se estima en unos 30.000 años, que pudieron ser utilizados para generar sonidos musicales o pequeñas

piezas de marfil utilizadas como cuentas o pendientes. Y desde luego, las pinturas espectaculares de las cuevas de Lascaux en Francia y Altamira en España. Todo cuanto acabo de señalar se podría resumir en los tres procesos cognitivos que, según Mithen (2005), ya se encontraban en el origen del arte:

1. La capacidad de hacer una imagen mental que no representa fidedignamente al mundo real.
2. La comunicación intencional.
3. La capacidad de dar a «cosas» significados más allá del que tienen. Ciertamente todos ellos atributos cognitivos del ser humano actual.

Leyes de la expresión artística

Posiblemente ya en el cerebro exista un cableado neuronal preestablecido para una abstracción y emoción específica que canalice esa primera impronta de lo que puede ser arte. Tanto si ello es así como si no, y tanto si este cableado es grande o sólo ocupa una pequeña parte de la actividad cerebral, éste sería el punto de interés central de lo que llamamos neuroarte. De hecho, Ramachandran se refiere, de alguna manera, a esto mismo cuando señala que el cerebro humano debe contener los universales o leyes del arte que rigen la creación en todos los artistas y creadores:

Expresar tales leyes no le quita ningún mérito a la originalidad del artista concreto, en tanto que éste expresa o manifiesta esas leyes o emplea algunas y no otras, para poner de manifiesto su personalidad en una determinada obra de arte. Y de hecho, tales leyes universales de la estética (pintura, particularmente) son transculturales, por eso son universales.

¿Qué podría, pues, gobernar en el cerebro la creación y también la contemplación de una obra de arte? ¿Cuáles son esas leyes de las que habla Ramachandran? Ramachandran y Hirstein (1999) han descrito lo que ellos llaman las ocho leyes de la experiencia artística. Éstas son una serie de elaboraciones que los artistas utilizan bien consciente o bien inconscientemente, para optimizar la función o activación de las diferentes áreas visuales del cerebro. Áreas cuya función permite extraer correlaciones de las diferentes características de las cosas del mundo externo, como la forma, la profundidad, el color y el movimiento, y con ello descubrir y unir muchas de ellas en agrupamientos o racimos unitarios. Dos de estas «leyes» las considero especialmente relevantes en el contexto de este capítulo. La primera se refiere al fenómeno de «agrupamiento», ya mencionado, y la segunda, al de la «simetría».

Detectando gacelas simétricas

¿Qué hay detrás de que una mujer escoja un pañuelo o un jersey que haga juego con la falda y los zapatos y que eso resulte placentero para quien lo contempla? Posiblemente una activación en el cerebro de los mecanismos neuronales que contribuyen a formar lo que hemos llamado «agrupamiento» y que constituye la primera ley de la expresión artística. ¿Qué hace que cuando los ojos, nariz, labios y pómulos son iguales a ambos lados de una cara casi todo el mundo encuentra esa cara agradable y atractiva? De nuevo, posiblemente se están activando en el cerebro los mecanismos neuronales que conforman esa segunda ley que hemos llamado de la simetría. Dice Ramachandran «procesos como el agrupamiento y la detección de la simetría bien pudieran ser intrínsecamente placenteros porque facilitan la detección y orientación de objetos primero y es luego que se añaden otros procesos que hacen esos objetos placenteros».

Es altamente posible que estos fenómenos «de belleza» hayan emergido a lo largo del proceso evolutivo y que el cerebro los haya registrado como códigos neuronales básicos y permanentes de funcionamiento. Esto resultaría fácil de entender con un ejemplo. Imaginemos que nos encontramos en la selva y que tras el follaje, en un determinado paraje, hay escondida una gacela. Inicialmente no seríamos capaces de verla, pero un ojo experto y comparando con la visión de otro paraje al lado mismo, pronto podría distinguir fragmentos de color amarillo pardusco tras las hojas. Ante esto, el cerebro trata de encontrar, como en un rompecabezas, la manera de poner juntos todos los fragmentos y crear con ellos, basado en el aprendizaje y la experiencia previa, una forma que sea coherente. Y es así como el cerebro, que posee el código que hemos llamado de «agrupamiento», al final, sería capaz de ensamblar todos los fragmentos e identificar a la gacela. Sin duda que ese agrupamiento del color ha dado lugar a una forma con significado para quien lo observa. Forma cuya información sensorial, tras alcanzar el sistema límbico o emocional, el cerebro le pone la etiqueta de placentero, pues claramente puede indicar, por ejemplo, comida. El fenómeno, pues, del agrupamiento en formas y colores es gratificante y placentero. El funcionamiento de estos códigos adquiridos a lo largo de los millones de años que ha durado la evolución del ser humano y que han asegurado su supervivencia, sigue vigente en el hombre de hoy. Posiblemente son esos mismos códigos los que, activados por circunstancias sociales actuales, nos hacen sentir agrado y placer ante el ejemplo de la mujer que hemos considerado antes y que llevaba conjuntados los colores de su ropa y sus zapatos.

¿Y qué decir de la simetría? La simetría es una propiedad que tienen los seres vivos, los objetos, las construcciones que realiza el hombre, y hasta los cristales y los átomos. Consiste en que la posición relativa de sus partes es la misma a ambos lados de una línea divisoria imaginaria equidistante que llamamos eje de simetría. Qué duda cabe, ya lo hemos señalado, que una casa, un edificio, cualquier objeto o ser vivo, en definitiva, resulta estéticamente placentero cuando es simétrico. Y de nuevo, el significado de esta gratificación visual hay que buscarlo en los códigos de funcionamiento de nuestro cerebro.

Desde el momento en que los seres vivos en general y en particular los más relevantes para nuestra supervivencia, como un depredador, las presas o las parejas sexuales, son simétricos, este sistema bien pudiera haberse convertido en un detector que capte nuestra atención para facilitar el procesamiento cerebral posterior que ayude en su reconocimiento. Tan importante para la supervivencia debe ser este sistema que, como dijimos para el caso del agrupamiento, debe haber sido grabado en el cerebro de una manera indeleble desde los tiempos evolutivos más tempranos.

Hay tests cuyos resultados muestran que cuando los seres humanos escogen pareja prefieren, de modo muy significativo, aquella que tiene entre las dos partes de su rostro y su cuerpo (bilateralidad) una alta simetría. Estas preferencias, que se hacen por mecanismos inconscientes, las expresan conscientemente al indicar que su elección está hecha sobre el mayor atractivo sexual de la pareja elegida. Éste es un fenómeno, además, que parece ser transcultural y por ello casi universal (Symons, 1979; Sasaki *et al.*, 2005). La simetría se convertiría, de este modo, en algo así como un índice o signo visual de alto valor biológico. De hecho, los biólogos evolucionistas consideran, que, en su origen, este fenómeno de la simetría fue un detector de infecciones, pues éstas producían una desproporción de las dos partes del cuerpo y afectaban además la fertilidad, provocando el rechazo de esas parejas sexuales. Si los biólogos están en lo cierto, la simetría habría nacido en el cerebro como un detector de salud y fuerza reproductiva. La pregunta es ¿cómo esto, tan claramente biológico como el fenómeno del agrupamiento, ha alcanzado cánones de belleza en el cerebro humano? Aplicado al caso que estamos tratando, ¿por qué todo lo representado simétricamente resulta tan gratificante para quien lo contempla?

Neuronas, arte y simetría

Si el agrupamiento y la simetría son estímulos y fenómenos placenteros para quien los contempla y si además han alcanzado categoría de belleza, ¿en qué parte del cerebro se encuentran? En un trabajo reciente, utilizando resonancia magnética funcional, se han investigado las bases cerebrales de este fenómeno de la simetría y se ha observado que las figuras caleidoscópicas u objetos simétricos, frente a los que no lo son, o desfigurados al azar, activan muy fuertemente varias regiones de la corteza visual. Este aumento de actividad se detectó, casi exclusivamente, en las áreas visuales V3A, V4 y V7, siendo muy poca la activación en otras áreas cerebrales. Al parecer, estas respuestas son casi exclusivas de los humanos, pues apenas se encuentra alguna traza de actividad en estas mismas áreas de los primates (Sasaki *et al.*, 2005).

La falta relativa de actividad en otras áreas de la corteza cerebral, fuera de la corteza visual, sugiere que la respuesta a la simetría es debida en gran parte a códigos de procesamiento intrínseco al sistema visual mismo. Esto quiere decir que la simetría — sus fundamentos básicos— se ha elaborado en el cerebro muy temprano en el proceso

evolutivo. Pero también significa que, al no haberse encontrado en los primates, es sólo durante el proceso evolutivo humano cuando alcanzó altas cotas de significado, posiblemente único y genuino. Esta afirmación viene potenciada además por otros estudios, donde se muestra que existe una fuerte correlación entre los datos obtenidos por resonancia magnética funcional que acabamos de mencionar y otras investigaciones y medidas psicofísicas sobre la simetría.

Notre Dame y la Última cena de Da Vinci

El hombre ha manifestado siempre un desmedido anhelo por levantar la mirada al cielo y expresar su relación con Dios. Y en ese afán ha transmutado la piedra, la madera, el hierro, y hasta la piel y los huesos de los animales. Ese esfuerzo le ha llevado a lo más alto con el arte, y desde luego con la arquitectura, expresándolo en las agujas góticas o las puntas afiladas de las pirámides. Y en ellas, de nuevo, la simetría cobra el protagonismo. Todas las civilizaciones, desde los egipcios y aun antes, han mostrado su amor por la simetría que se ha mantenido constante en todos los campos de la creación artística y hasta en la concepción del mismo ser humano como, por ejemplo, lo dejó expresado Leonardo da Vinci en el hombre de Vitruvio.

Pero hay un nuevo protagonista geométrico en esa aspiración hacia la belleza y el mismo Dios. Es la sección áurea. ¿Por qué la sección áurea, como la propia simetría, crea la percepción de belleza en el ser humano? ¿Es acaso otro de esos universales o leyes del arte como la simetría? La sección áurea cuyas proporciones se dice son una de las cualidades ocultas del triángulo rectángulo, refiere a la división de una línea recta en dos partes desiguales, de tal forma que la parte más pequeña esté en la misma proporción con respecto a la más grande como esta última con respecto al total. La sección áurea ya aparece en la arquitectura egipcia, en las pirámides, en Grecia (Partenón), en Roma en sus muchas edificaciones y en otras bellezas arquitectónicas de Europa (Notre Dame). Y por supuesto que aparece también en la pintura, por ejemplo, en el cuadro de Leonardo da Vinci, *La Última Cena de Cristo y los Apóstoles*. Por cierto, es posible que Da Vinci conociese esta medida geométrica a través del fraile franciscano Luca Pacioli, que fue precisamente quien acuñó el nombre de «sección áurea» en su libro titulado *Divina Proportione*, publicado en Venecia en 1509. Al parecer, Pacioli fue amigo de Da Vinci, con quien mantuvo una estrecha relación en Milán entre 1496 y 1497. La sección áurea es uno de esos misterios que todavía esconde la belleza de las cosas en el mundo y es entresacado de ellas por alguna ley artística de nuestro cerebro. Misterio para el que hoy no tenemos respuesta desde el cerebro. Sin duda, debe existir un correlato neuronal que pronto, estoy seguro, desvelará la neurociencia, como ya ha ocurrido en parte con la simetría.

Neuroarquitectura. Espacios por fuera, espacios por dentro

Agrupamientos, simetrías, secciones áureas, proporciones divinas y un largo etcétera que esconden el arte y las matemáticas, eso es la arquitectura. Precisamente una ciencia aplicada que trabaja en establecer relaciones matemáticas levantadas sin más paredes que los constructos del cerebro humano. Pero la arquitectura también es belleza. Ya lo dijo Vitruvio, para el que «la arquitectura es y debe ser una disciplina adornada de infinitas ciencias» y para quien «las construcciones arquitectónicas deben poseer seguridad, utilidad y belleza». Para este arquitecto latino, además, cada edificio debía reflejar las proporciones del cuerpo humano. «Así como el hombre fue creado a imagen de Dios, y las proporciones de su cuerpo son producto de la voluntad divina, las proporciones arquitectónicas tienen que adaptarse y expresar el orden cósmico». La arquitectura es, sin duda, el mejor ejemplo de la unión entre las dos culturas.

La arquitectura, para muchos, es la expresión más sublime del arte. Y lo es, dicen, porque aunando el talento poderoso y máximo de la razón con el fuego emocional del placer produce esa belleza que emerge y rompe los espacios. De esa combinación asoman en su máximo esplendor las características más sublimes de la naturaleza humana. La arquitectura es, posiblemente, la última expresión del placer estético, humano. Se vive entrando físicamente en él. Pero el ser humano no sólo vive y siente la arquitectura, sino que con ella construye también su propia vida, la de casi todos los días. Desde las paredes de la casa donde se nace hasta los sentimientos de placer profundo que nos invaden en el interior de una iglesia sublime. El hombre se hace así, y se refiere así, como hombre en las arquitecturas que ha construido. Y así lo están reconociendo los nuevos conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro. Las emociones, los placeres y las tristezas se expresan, se recrean y cobran vida en las elecciones de las arquitecturas de las diversas culturas. Y es con esas emociones y placeres como el hombre culto ha entrado en diálogo con su entorno, creando nuevas formas que le hicieran sentirse con mayor bienestar y placer, lo cual, a su vez, ha cambiado y conformado su cerebro.

¿Pero cómo percibe el cerebro humano la arquitectura? En marzo del 2004, en la Universidad de California en San Diego, arquitectos y neurocientíficos se reunieron para discutir acerca de la relación entre la actividad cerebral, tanto consciente como inconsciente, y el proceso creativo del arte y en particular acerca del diseño de casas y edificios. En la agenda central de la reunión se encontraba la pregunta de cómo los ambientes arquitectónicos creados por el hombre influyen en su pensar y sentir. Sin duda que en la mente de todos se encontraba el hecho de que muchos procesos cerebrales, particularmente la percepción sensorial en un determinado contexto social, influyen en la manera en que el arquitecto o el artista trabaja el espacio. Pero, ¿cómo ello es elaborado por el cerebro? ¿Cómo puede contribuir el conocimiento de cómo procesa el cerebro nuestra percepción del espacio influir en el futuro de la práctica de los arquitectos? ¿Cómo la influencia de la emoción y el sentimiento ante determinados espacios

arquitectónicos puede reconducir la construcción de futuras obras arquitectónicas? Preguntas casi todas abiertas y sólo fragmentariamente contestadas por fuegos etéreos y personales, pero preñados ya de un enorme futuro. Ahí nació la neuroarquitectura. Precisamente, la recién creada, en Estados Unidos, Academia de Neurociencias para el Estudio de la Arquitectura, ha sido una iniciativa del propio Instituto Americano de Arquitectos para tratar de contestar, junto con los neurocientíficos, por un lado, cómo el cerebro humano opera en la construcción de los edificios que nos rodean, y por otro, para ver de qué modo éstos se pueden construir más acordes a la propia naturaleza humana y su bienestar. Sin duda, esto va a tener una enorme repercusión en nuestro futuro.

La inaudible música del Universo

Está claro que la neurociencia del arte y la belleza, neuroarte, se encuentra en su infancia y que incluso, si se quiere, no tenemos más que unos atisbos iniciales sobre el tema. Pero en este campo del saber, como en otros muchos, nos encontramos en el camino de encajar piezas de las dos culturas en ese puzle que es la naturaleza humana. Sin duda, que en este peregrinar curioso por el neuroarte nos encontraremos muchas piezas desconocidas cuando buceemos más profundamente en los entresijos del cerebro. Y es quizá, en esas profundidades desconocidas que, tal vez, al final, descubramos un campo unificado sólo capaz de ser expresado no en formas, líneas, colores y movimiento (arte), sino en una sutil formulación numérica (matemática). ¿Acaso, como ha señalado Wittkower, no existía desde la Antigüedad una ininterrumpida tradición según la cual la aritmética, la geometría, la astronomía y la música formaban el *quadrivium* de las «artes» matemáticas y fue sólo después que la pintura, la escultura e incluso la arquitectura se incorporaron a esas artes, cuando se les dotó de una fundamentación matemática? ¿Esconde, pues, la matemática el último cofre de la belleza? Ya decía Platón en su célebre *Timeo* que la armonía y el orden cósmico se reflejaban en ciertos números y que las relaciones entre estos números contenían «la inaudible música celestial y hasta la estructura del alma humana». Al final, puede que alguien, que no creía en la excelsitud suprema del ser humano como ser biológico y sin dicotomías alma-cuerpo, alcanzara con su «espíritu» el secreto del arte y la belleza.

EPÍLOGO

MIRANDO AL FUTURO CON INCERTIDUMBRE

La búsqueda de una unidad del conocimiento puede ser al principio vista como una prisión para la creatividad. La verdad, sin embargo, es lo opuesto. Un sistema unitario del conocimiento es el medio más seguro de identificar los dominios de la realidad todavía no explorados. Provee de un mapa nítido de lo que es conocido, y enmarca las preguntas más productivas para las búsquedas futuras. Con frecuencia, los historiadores de la ciencia observan que hacer la pregunta más inteligente es más importante que producir la contestación más inteligente. La contestación inteligente a una pregunta trivial es trivial, pero la pregunta inteligente, aun siendo insoluble o no formulada con total exactitud, es como una guía para alcanzar los grandes descubrimientos. Y así será siempre en las excursiones futuras de la ciencia y el vuelo imaginativo de las artes.

Edgard O. WILSON, *Consilience*

El futuro es impredecible, por eso es futuro. No se conoce y en el mejor de los casos es incierto. Se hacen muchas predicciones. Las más esenciales nunca se cumplen, por eso uno mira al futuro con incertidumbre. En cualquier caso, parece evidente que la neurociencia actual lleva una dirección que nos conduce por el camino más seguro a un mayor conocimiento del ser humano. Y es esto lo que ha dado nacimiento a esa nueva visión de las disciplinas humanísticas clásicas y que hemos considerado en este libro. Si la realización completa de este camino emprendido se cumple, lo cual puede depender de muchos factores aleatorios, a mí no me cabe duda alguna que nos encontraríamos al principio de cambios importantes en el conocimiento de nosotros mismos y de la sociedad en que nos tocará vivir en el futuro.

Sigmund Freud señalaba en *El malestar de la cultura*:

A mi juicio, el destino de la especie humana será decidido por la circunstancia de si —y hasta qué punto— el desarrollo cultural logrará hacer frente a las perturbaciones de la vida colectiva emanadas del instinto de agresión y de autodestrucción. En este sentido, la época actual quizá merezca nuestro particular interés. Nuestros contemporáneos han llegado a tal extremo en el dominio de las fuerzas elementales, que con su ayuda les sería fácil exterminarse mutuamente hasta el último hombre. Bien lo saben, y de ahí buena parte de su presente agitación, de su infelicidad y su angustia. Sólo nos queda esperar que la otra de ambas «potencias celestes», el eterno Eros, despliegue sus fuerzas para vencer en la lucha con su no menos inmortal adversario (Tánatos). Mas ¿quién podría augurar el desenlace final?

Eros, tánatos y códigos

Comparto este aserto final de Freud, excepto en su figurativa e imaginaria idea del Eros como salvador de la especie humana. Este mismo diagnóstico del problema del futuro de la humanidad, visto casi tres cuartos de siglos después (en los tiempos de Freud existía casi un total desconocimiento de la neurociencia) nos lleva a considerar que la terapéutica no parece residir tanto en el «Eros», como en el conocimiento científico de cómo funciona nuestro cerebro y en descifrar los códigos cerebrales de nuestra agresividad y violencia; en conocer los sustratos que elaboran nuestra conducta moral, nuestras emociones, nuestros sentimientos y nuestra cognición, y en estudiar, si es posible y necesario, el modo de recodificar nuestro cerebro. Y más allá y como final, ver entonces si los seres humanos somos capaces de encontrar un conocimiento que nos lleve a una cultura en la que hallemos una adecuación «real» en este mundo, posiblemente único, en el que vivimos.

De esto, en parte, ha tratado este libro. De introducir, con una visión, a vuelo de pájaro, los fundamentos que supuestamente pueden reforzar en un futuro los pilares de nuestra convivencia y nuestra propia concepción como seres humanos. En eso realizan su labor los artesanos de estas nuevas disciplinas que son la neurofilosofía, neuroética, neurosociología, neuroeconomía y neuroarte. Pero también en esta labor participa mucha gente no especializada que se muestra cada vez más interesada por estos nuevos conocimientos que arrancan desde la neurociencia. Muchas personas con preparación intelectual variada se han mostrado atentas a los avances neurocientíficos, particularmente en temas tales como la emoción y la propia conciencia humana. Existe ya en muchos círculos intelectuales la preocupación y el interés público por la neurociencia, y en la manera en que esta preocupación e interés se canalicen, este interés se verá reforzado y aumentará. En esta dirección, particularmente en temas muy concretos, como son los de la neuroética y neuroarte, marchan también muchas conferencias y discusiones realizadas en foros internacionales.

Éstos son escalones positivos para avanzar hacia el despertar de temas como los de la neurociencia y que la gente se interese por ellos ahora y en el futuro, dado que hay un deber cívico legítimo y democrático en este asunto. Los temas éticos, por ejemplo, no deben ser dejados sólo en las manos de los expertos, y desde luego no deben dejarse a ser discutidos sólo en habitaciones cerradas. Más educación puede no siempre llevar a una mayor libertad y apoyo para la ciencia, pero en la tarea global de la participación de la gente en temas específicos como éste de la ética y la neurociencia, el único riesgo real (y no precisamente beneficioso) es no participar en ellos.

(Illes *et al.*, 2005)

La neurocultura aspira a que el hombre pueda conocer y construir un sistema de pensamiento, creencias y conducta que le provea de un marco para una existencia más acorde a su propia naturaleza biológica. Es decir, a una concepción, la que aportan estas

nuevas disciplinas, que nos aleja de prisiones y corsés absolutos, «incluyendo verdades absolutas, moralidad absoluta, perfección absoluta o autoridad absoluta» (Huxley, 1964) y con la que alcanzar una organización social y una nueva visión del destino humano, desde las normas morales que nos rigen hasta la política de todos los días. ¿Que todo esto es todavía una pura especulación? Cierto. ¿Que la neurociencia es todavía un mar de desconocimiento acerca de cómo funciona el cerebro humano? Cierto también. Pero también es verdad que se avanza aceleradamente; primero, reconociendo y mostrando la mucha ignorancia que se tiene, lo que no deja de ser un paso importante en el conocimiento, y segundo, también reconociendo el progreso acelerado que se está produciendo acerca de cómo se construyen en el cerebro esas inmensas parcelas de los atributos humanos y sus valores.

Profecías y profetas

Todas estas nuevas «profecías» culturales están basadas en el conocimiento de nuestra historia evolutiva, en cómo se ha construido el cerebro a lo largo de ese proceso, en las hipótesis acerca de cómo ha funcionado en el pasado y cuál es su significado comparado a su funcionamiento en el hombre de hoy, en el que el funcionamiento de ese mismo cerebro ha adquirido otros nuevos significados. Por lo pronto estamos descubriendo que el hombre actual sigue utilizando los mismos códigos de funcionamiento del cerebro que antaño, pero en contextos sociales diferentes y con resultados y valores claramente diferentes. Desentrañar el sentido de ese funcionamiento «diferente» y los posibles problemas que ello conlleva, tratando con ello de explicar nuestras conductas actuales y como concebimos el mundo y la relación con los demás, lleva implícita una renovación de nuestro mundo social que acaecerá en un futuro no lejano.

Para empezar, la profecía esta vez no va a tener una inspiración basada en lo sobrenatural sino en la ciencia. Y «los profetas» no van a ser aquellos que emborrachados de una emoción nacida de la huida de la miseria, la necesidad y el miedo, llevaban a anunciar un reino celestial donde encontrar refugio que fuera fuente de todo bienestar o un eterno retorno donde purificar el alma. Esta vez los profetas serán los pensadores y los científicos conocedores de los entresijos cerebrales que elaboran esos miedos. Un eclipse de Sol o una pavorosa tormenta que destruye cosechas ya no sobrecogerá a los seres humanos que han luchado decenas de miles de años por desentrañar los misterios de un poder desconocido que nos envía mensajes y nos augura castigos. Será la neurociencia, sus tecnologías y el conocimiento derivado de ellas, la que nos proveerá de luz para dar explicación a los fenómenos y solucionarlos, pero también para prevenirlos con herramientas mucho más eficaces que los rezos o los sacrificios. ¿Pero en qué se fundamenta todo esto?

Neuronas simples y neuronas complejas

La neurofilosofía, ese acercamiento convergente de ciencia del cerebro y filosofía, ya se adentra de lleno en temas clásicos de la propia filosofía, como la naturaleza de la mente y con ella la conciencia, el yo, el libre albedrío con elecciones y decisiones. La neurofilosofía reconoce en el método científico la capacidad de desentrañar los mecanismos cerebrales que producen los procesos mentales. A partir de esos datos, contrastados por la observación y la experimentación científica, es posible filosofar, adquirir más conocimiento y formular hipótesis. Los datos actuales obtenidos por la neurociencia, y por la neurociencia cognitiva y la neuropsicología en particular, utilizando técnicas de imagen cerebral nos llevan más lejos del dualismo cerebro-mente, superando ya a éste. Es el cerebro el órgano que produce la mente. En estos días y en medios especializados es bastante impopular hablar de «mente» como algo ajeno al «cerebro», no ya como constituida (la mente) por una sustancia «espiritual» y diferente al cerebro, sino incluso como un proceso «emergente» y «diferente» a la actividad cerebral.

Pienso que virtualmente todos los científicos y filósofos contemporáneos están de acuerdo en que el cerebro es el órgano que produce, con su funcionamiento, lo que entendemos por mente y conciencia, sin ningún rescoldo dejado a ninguna otra interpretación que no parta de esa premisa básica. Como dice Churchland, «la actividad mental es actividad cerebral y, por tanto, susceptible de análisis por la investigación científica».

La verdad, sin embargo, es que la neurociencia, y en particular la neurociencia cognitiva, está muy lejos de haber alcanzado ni siquiera una respuesta integrada de lo que llamamos procesos mentales y éstos reducirlos en equivalencia a los procesos cerebrales. Incluso recientemente, y en lo más básico, ha sido de nuevo desafiada la idea que se tenía acerca de que los procesos mentales y la conciencia humana, son producto de la actividad concertada de redes conformadas por neuronas «simples» (aquellas que producen potenciales de acción) de la corteza cerebral y tálamo. Se ha sugerido que las redes neuronales que participan en estos procesos cognitivos complejos están conformadas por neuronas «complejas» que transportan información específica y codificante de «cognición elemental» (Arshavsky, 2006). Esto, sin embargo, no es nada nuevo, pues ya Crick y Koch propusieron que era la selección de «cierto tipo de neuronas» la responsable de la alta función de producir conciencia, concepción que después fue rebatida por Edelman y Tononi (Mora, 2001, 2002). En cualquiera de los casos, muy poca gente discute hoy que son neuronas, simples o complejas, las que, ensambladas funcionalmente en determinados circuitos neuronales, producen los procesos mentales.

¿Nos llevará todo esto a ir analizando, descomponiendo en unidades simples (circuitos) las más altas funciones cognitivas del ser humano? ¿Nos llevará ello a la

deshumanización de lo humano? No lo creo. Entre otras cosas, porque posiblemente nunca lleguemos a poder desmenuzar la intimidad cerebral de nosotros mismos. Pero sí creo, por el contrario, que el camino emprendido es un camino necesario en nuestra andadura hacia «una mejor verdad» de nosotros mismos, pues está claro que la vía cerrada de la introspección con la que hasta ahora se ha alcanzado el conocimiento humanístico ya no es suficiente. Sólo la convergencia entre la investigación científica y la filosofía debería adentrarnos en el conocimiento de los procesos mentales, la conciencia y el propio yo individual y social (Llinás, 2001; Dennet, 2003; Le Doux *et al.*, 2003). Del diálogo, pues, entre ciencia y filosofía debe devenir un entendimiento más profundo acerca de quiénes somos y de los productos que creamos, con los que configuramos nuestra cultura.

El cerebro, una máquina causal

Uno de esos productos son los valores y las normas con los que nos conducimos en sociedad. La neuroética es claramente una materia que sólo tras su nacimiento, muy reciente y en apenas cuatro o cinco años, está produciendo una vorágine de discusiones en foros internacionales reuniendo a intelectuales de todo el arco del saber humanístico y científico. Y también la neurosociología, en esa temática tan nueva de la relación entre neurociencia y derecho. A todo esto se está prestando una atención que alcanza ya además a foros políticos. ¿Qué áreas del cerebro y con qué procesos se elaboran las conductas morales? ¿Es la elaboración de la conducta ética, o el alumbramiento de un excelso juicio moral, un producto tan exquisitamente único y distinto en su aspecto cognitivo, que lo distingue de cualquier otro juicio social? No a nivel del cerebro. En el cerebro las emociones o los razonamientos morales y su consecuencia, los juicios éticos, son producto de una interacción entre los sustratos genéticos de la especie y un largo proceso evolutivo y de aprendizaje. Un juicio moral es sólo un tipo particular de proceso que evalúa la adecuación de la conducta propia a la conducta de los demás, acorde con las ideas, conformadas socialmente, de correcto o incorrecto, bueno o malo. Todo ello tiene que ver con la actividad del sistema límbico (cerebro emocional) y la inmensa corteza cerebral humana, cuya actividad brinda, entre otras muchas cosas, la capacidad que tienen los seres humanos de reconocer creencias y sentimientos en los otros seres humanos (teoría de la mente).

En lo social, las nuevas técnicas de registro e imagen cerebral están alcanzando cotas de alto calado, tanto como para desafiar principios básicos de convivencia social, como la privacidad y la intimidad del individuo. Imaginemos por un instante que fuéramos capaces de alcanzar técnicas que nos permitieran leer el pensamiento de los demás y predecir su conducta, tanto inmediata como futura. ¿A qué nos conduciría esto? ¿Qué ocurriría si todo el mundo pudiese sobrepasar las barreras de contención de nuestra corteza prefrontal y conocer «el loco» que todos llevamos dentro? Incluso aunque estas

técnicas sólo se aplicaran en un juicio penal, ¿en qué casos se podrían aplicar contra la voluntad del inculcado para saber si dice la verdad y emitir con ello una sentencia acorde? ¿Podrían estos conocimientos cambiar nuestra actual concepción de la responsabilidad, en el caso de conductas antisociales? ¿Qué es ser normal? ¿Podríamos encontrar algún día patrones de actividad cerebral claras que diferenciaran, como dice Churchland, aquellos que «están bajo control» de aquellos que no lo están? Sin duda, sería de un valor inestimable para el derecho y la jurisprudencia. Dice Churchland:

A largo plazo sospecho que seremos capaces de encontrar vías altamente sofisticadas para distinguir entre un cerebro que está «bajo control» y un cerebro que está «fuera de control». Dense cuenta que en todos los casos la conducta está causada por eventos cerebrales. A nivel de la neurona y de las redes neuronales, el cerebro es una máquina causal. A pesar de ello, y a pesar de la causalidad del cerebro, ello no implica que no haya responsabilidad de la persona. La determinación de la responsabilidad en el sistema de la justicia criminal depende de muchos factores, incluyendo la eficacia del castigo, la seguridad pública, y la importancia social de un castigo justo y merecido.

Y en la economía en donde las técnicas de resonancia magnética funcional están aportando aceleradamente nuevos datos acerca de cómo los cerebros toman unas decisiones y no otras, y cómo la emoción, los miedos y el placer canalizan los juicios y las decisiones económicas, ¿acaso estos nuevos conocimientos no iluminan una nueva manera de «razonar económicamente» y tomar conciencia y cambiar «actitudes económicas» antes nacidas de un puro desconocimiento de cómo opera el cerebro? Y aún más con el neuromarketing, que lleva estas técnicas de neuroimagen a ser utilizadas por las grandes empresas en el estudio de mercado analizando la preferencia de las personas por determinados productos y no por otros. ¿Y si estos conocimientos predictivos y de «lectura cerebral» llegaran a las compañías de seguros o fueran utilizados para obtener un empleo o a las grandes multinacionales para aprovecharlos y ver incrementadas sus ventas?

¿Robotizando al ser humano?

Y finalmente, el neuroarte. ¿Deshumanizará el arte conocer las piezas del cerebro que lo crean, conciben, ejecutan y aprecian? ¿Disminuirá nuestra valoración del arte conocer la intimidad de esos procesos del cerebro que, a través de la abstracción y el conocimiento, el placer y la emoción, elaboran su esencia que es la belleza? ¿Disminuirá el misterio que esconde la obra de arte saber que su creación obedece a mecanismos y leyes del cerebro que han operado para otros procesos más crudos y rudos, en otros tiempos pasados, hace millones de años? ¿Y si a la postre se descubre que el arte no es más que un simple fuego fatuo y estéril, encendido sólo por una obediencia ciega a las leyes del

funcionamiento cerebral y sólo modulada por cada artista? ¿Se perderá con ello el «misterio» y la «magia» del arte?

Ante todo esto, ¿quedará el ser humano reducido a un «robotizamiento» de su conducta? ¿Llegaremos a reducir al ser humano a un ensamblaje de piezas en su cerebro como si de un ordenador o el motor de un coche se tratara? Y si ello fuera así, ¿podríamos llegar a sentirnos más predecibles en nuestras decisiones y por ende menos libres? Sin duda, existe una enorme preocupación ante todo esto. Pero yo no creo posible que nunca se alcance una *mecanización de la conducta humana*, ni tampoco se llegue a vislumbrar una sociedad como la que dibujó Aldous Huxley en su novela *Un mundo feliz*. Entre otras cosas, porque el cerebro no es determinístico, sino un sistema abierto en constante cambio e interacción con su medio ambiente y social. Lo que para mí sí está claro es que todo esto nos debe conducir a ubicar mejor a la naturaleza humana en su más «real» contexto biológico y con ello ayudar a despejar las sombras y brumas de quiénes somos. Basándome en todo lo dicho, una vez más, abogo por mirar a la ciencia no como un nubarrón negro que traerá pobreza a nuestra humanidad, sino como la luz que iluminará nuestra verdadera naturaleza, guiada esta vez por el pensamiento humanista extraído de ella. Es de este proceso de retroalimentación entre Ciencia y Humanidades, que debe devenir un mundo nuevo de valores y una ética, más universal si se quiere, que sea compartida por todos los seres humanos.

Una lengua y una ética universales

La neurocultura, cultura basada en el cerebro y, por tanto, universal, tenderá a absorber los idiomas, las pequeñas y grandes geografías, los pequeños y grandes grupos sociales en un inevitable huracán detrás del cual tal vez se alcancen una ética y una lengua universales, y aun una nueva forma de concebir la religión y el arte que aúnen y alcancen nuevos significados para el ser humano. Sólo con un idioma universal a través del cual pueda existir un entendimiento real y verdadero entre todos los seres humanos sea posible alcanzar, como en la tribu primitiva, una coherencia de percepciones y significados de las cosas y sucesos del mundo. Porque un idioma no es sólo un medio a través del cual se comunica un grupo de seres humanos. No es tan simple. La lengua no es sólo un vehículo de comunicación, sino también un mecanismo de concepción, a través del cual construimos el mundo que nos rodea. Conocemos las cosas y les damos vida nombrándolas con un idioma. Cada lengua permite a cada ser humano vivir en un mundo único y diferente, sin auténtica traducción posible. Y de ahí también el valor futuro de una lengua única en la que todos los seres humanos, al hablar y nombrar las cosas, y los sucesos humanos, sepamos en su raíz cuál es el mensaje con todos sus matices.

Con el nacimiento, el cerebro humano ya trae los circuitos neuronales, genéticamente programados, capaces de grabar en ellos cualquier idioma. Y es la lengua de los padres

la que reconstruye, transforma y modela esos circuitos del cerebro en un proceso lento a través de la física y la química, la anatomía y la fisiología. Tan lento es que la primera palabra no aparece antes del año y medio; un año después, aparecen ya palabras sueltas, y sólo hacia los tres años aparecen las frases. Esto lo sabe casi todo el mundo, pero lo que se desconoce es que no es lo mismo grabar, en esos años tempranos, un idioma que otro. En esos años se captan y aprenden matices sensoriales y emocionales, e incluso «abstractos», que son transferidos a las palabras de un determinado idioma como no lo serán nunca con ningún otro. Y es con este idioma anclado profundamente en el cerebro con el que el niño dibujará el mundo y sus gentes, y ningún otro idioma será equivalente. Y es con él que, desde niño, el ser humano dibuja, nombrándolo y sin esfuerzo, su mundo y lo diferencia de otros mundos, incluidos los matices de las cosas, los sucesos, las personas... Con el idioma más genuino, aquel que se escucha y aprende tras el nacimiento, se expresa la intimidad de una manera diferenciada y única. Por eso un idioma unifica emocionalmente a las gentes, pero también, y al mismo tiempo, las desune. Es un bisturí que corta emocionalmente lo ajeno y diferente. Y es por esto por lo que la sutil sintonía emocional que proporcionan las palabras de un determinado lenguaje jamás puede ser traducida fidedignamente a otro. Que se lo digan a los poetas y escritores. De ahí aquello de *traduttore traditore*. Un chino o un árabe no conciben el mundo, ni procesan su información ni la expresan emocionalmente con su idioma, de la misma manera que cualquier otro ser humano con una lengua diferente.

Hoy, con la neurolingüística, comenzamos a conocer las profundidades abisales en las que el lenguaje está anclado en el cerebro y su tremendo significado, no sólo para la solidaridad y la agresión entre los seres humanos, sino para lo que resulta todavía más sorprendente y que ya he señalado; esto es, para la propia concepción del mundo y para, con ello, compartirla. A la luz de una neurocultura global, tal vez algún día se alcance un lenguaje universal de raíz común a todos los seres humanos, que incorpore, además, nuevos términos y significados al lenguaje de todos los días, esta vez nacidos de esa convergencia de Ciencias y Humanidades. Lenguaje que nos permitirá acercarnos mejor y más nítidamente a describir los fenómenos y problemas sociales de modo más riguroso y, por tanto, más fácilmente comunicativo. Y también una ética universal a través de la cual se puedan alcanzar valores y normas morales asumidos y respetados por todos los seres humanos. Porque la ética, ya no concebida como emanada de Dios (diferente para cada grupo social o geográfico), o grupos religiosos sin Dios, sino anclada en las raíces evolutivas del hombre y su cerebro, puede encontrar ahora un punto único y común de anclaje. La ética tiene claramente un origen biológico y aunque sea, como lo es, un producto en parte evolutivo, es auténtica y genuinamente humana. Los valores éticos tan diferentes, para grupos étnicos tan diferentes, pueden converger en reglas y normas establecidas por la neuroética basadas en el funcionamiento del cerebro humano, base común a todos los hombres. Ya lo decía Churchland: «Los mejores candidatos actuales para entender el origen de la moralidad son naturalistas».

¿Hacia dónde va la humanidad?

Mucha gente rechaza de entrada una neurocultura, porque, ya lo hemos señalado al comienzo, piensa que cuando conozcamos en detalle la intimidad de los procesos cerebrales de esa empatía especial que llamamos amor y que nos acerca hacia nuestros hijos, allegados y a los otros seres humanos, y fruto de lo cual han nacido obras artísticas universales o alcanzado nuestro sentimiento religioso y, con él, a Dios, el hombre habrá perdido la esencia de su naturaleza. Y la habrá perdido, piensan, porque la neurociencia habrá evaporado el misterio, que es el añadido mágico que todavía nos hace sentir humanos, llenos de vida, una vida espiritual, diferente a la de los animales. Muchos, sin embargo, pensamos justamente lo contrario. Pensamos que conocer y reconocer nuestra más genuina esencia biológica nos hará dar un salto cualitativo, positivo, en nuestra humanidad y que desterrar las sombras de magia y misterio que en el pasado han envuelto el conocimiento de nosotros mismos nos dará una luz nueva con la que apreciar el mundo y nuestro papel en él. Decía Churchland en un contexto parecido:

¿Cómo se puede tener ninguna autoestima si piensas que sólo eres un trozo de carne? La primera parte de la contestación es que los cerebros no son trozos de carne. El cerebro humano es lo que ha hecho posible pintar la Capilla Sixtina, diseñar aeronaves y componer la música de Chopin. La segunda es que si pensábamos de nosotros mismos como gloriosas criaturas antes de saber que nuestro cerebro era el responsable de ello, ¿por qué no seguir pensando lo mismo después? ¿Por qué no nos hace el conocimiento más interesantes y sobresalientes en vez de menos? Entender por qué dormimos y soñamos o cómo distinguimos tantos olores nos hace mucho más gloriosos que menos. Al mismo tiempo, entender por qué algunas personas pierden la razón o se atormentan, porque padecen un miembro fantasma, ayuda a reemplazar la superstición con simpatía y calmar la situación con razón. Tercero, autoestima, como todos sabemos depende de muchos factores complejos, incluyendo cosas que ocurrieron cuando niños y adultos. Nada de esto cambia un ápice por el reconocimiento de que todo ello está causado por la actividad de nuestro cerebro. Cuando me quemo sigue doliéndome igual tanto si es debido a la realidad de la actividad de ciertas neuronas de mi cerebro o no.

Y aun cuando con incertidumbre, yo no encuentro pesimismo en el futuro. Si como dice Wilson: «Todo lo que empíricamente se ha aprendido sobre la evolución en general, y sobre los procesos mentales en particular, sugiere que el cerebro es una máquina ensamblada no para comprenderse a sí misma, sino para sobrevivir», al final esa supervivencia seguirá siendo un valor supremo, dado que a ésta la mantienen los códigos más duros y profundamente anclados en el cerebro. De todo ello se deduce que una mejor «verdad» nos debe llevar a una vida personal y social más digna y más humana.

¿Hacia dónde va, pues, la humanidad? ¿Y todo esto para qué? ¿Cuál es el sentido que

nos guía? ¿Cuál la fuerza? Si la neurociencia, la neurociencia cognitiva, nos lleva como parece al reconocimiento de nuestra total biología y a nuestra total orfandad de un más allá y se pierde ese calor creado por el hombre, que hemos convenido en llamar Dios, ¿hacia dónde vamos a mirar ahora? ¿Dónde queda esa mirada alargada, infinita, con que muchos seres humanos miran el cielo que nos cubre? ¿Dónde queda la tierra prometida en la que encontrar una permanente felicidad? (Mora, 2006). ¿Adónde ir, pues? ¿Debe quedar todo en seguir adelante, desierto tras desierto, y sólo encontrar sentido en pasar el testigo los unos a los otros? ¿O resignarnos, como dice Churchland, a vivir sin absolutos universales, y en la felicidad efímera de nuestra propia humanidad? No lo sé. Pero estoy convencido de que la luz que provee la ciencia puede iluminar las sombras de nuestra humanidad, aun cuando siempre quede el gris palpitante en esa mirada al futuro dejando un cuadro de incertidumbre.

GLOSARIO

Parte de este glosario ha sido extraído del *Diccionario de Neurociencia*, Francisco Mora y Ana María Sanguinetti, Alianza Editorial, Madrid, 2004.

agresión: Cualquier acto físico o amenaza de acción por un individuo que reduce la libertad o posibilidad de supervivencia (social o física) de otro. La estimulación eléctrica o las lesiones físicas o químicas de muchas partes del cerebro (hipotálamo, amígdala, sustancia gris periacueductal entre otras) pueden provocar agresividad o convertir un animal dócil en agresivo.

amígdala: Estructura cerebral en forma de almendra formada por un conjunto de núcleos de características histológicas diferentes. Está situada en el seno del lóbulo temporal. Forma parte, junto al hipotálamo, séptum, hipocampo y otras estructuras del sistema límbico, de los circuitos que participan en la elaboración de la emoción y motivación y en el control del sistema nervioso autónomo o vegetativo.

aprendizaje: Proceso que realiza un organismo con la experiencia y con el que se puede modificar permanentemente su conducta. Está íntimamente asociado a los procesos de memoria. Conlleva cambios plásticos en el cerebro que hoy se creen relacionados con la actividad sináptica.

área motora: Parte de la corteza cerebral más anterior al surco precentral o de Rolando y que se corresponde con el área 4 de Brodmann. De esta área nace primitivamente el haz piramidal motor responsable de los movimientos voluntarios.

área prefrontal: Área de asociación cortical, en el lóbulo frontal anterior al área premotora y que corresponde con las áreas 9, 10, 11 y 12 de Brodmann.

área septal: Región del sistema límbico, estrechamente relacionada con el hipocampo. Relacionada con los mecanismos de control de la sed y con los sistemas de recompensa del cerebro. Su lesión produce un cuadro de conducta erética (síndrome de rabia septal).

áreas de Brodmann: Mapa de áreas de la corteza cerebral, descritas por Brodmann en 1909. Sobre la base del patrón citoarquitectural la corteza queda dividida en 11 regiones principales y 52 áreas menores, cada una con su nombre. Dichas áreas fueron numeradas por Brodmann según el orden en el que sucesivamente las fue estudiando. Estas áreas no se corresponden con funciones específicas y además áreas diferentes comparten igual función. Las 52 áreas menores son las siguientes:

1. Área intermedia poscentral. Corteza somatosensorial.
2. Área caudal poscentral. Corteza somatosensorial.
3. Área rostral poscentral. Corteza somatosensorial.
4. Área gigantopiramidal. Corteza motora.
5. Área preparietal.
6. Área frontal agranular. Corteza premotora.
7. Área parietal superior.

8. Área frontal intermedia.
9. Área frontal granular.
10. Área frontopolar.
11. Área prefrontal. Corteza límbica.
12. Área frontal microcelular.
13. Ínsula posterior.
14. Ínsula anterior.
15. Ínsula ventral.
16. Ínsula olfatoria.
17. Área estriada. Corteza visual primaria.
18. Área occipital. Corteza visual secundaria
19. Área preoccipital.
20. Área temporal inferior. Corteza visual inferotemporal.
21. Área temporal media. Corteza visual inferotemporal.
22. Área temporal superior. Corteza auditiva.
23. Área cingular ventral posterior. Corteza límbica.
24. Área cingular ventral anterior. Corteza límbica.
25. Área subgenual.
26. Área ectosplenialis.
27. Área presubicularis.
28. Área entorinal. Corteza límbica.
29. Área retrolímbica granular.
30. Área retrolímbica agranular.
31. Área cingular dorsal posterior.
32. Área cingular dorsal anterior.
33. Área pregnual, tenia tecti.
34. Área entorinal dorsal.
35. Área peririnal.
36. Área ectorinal.
37. Área occipitotemporal.
38. Área temporopolar. Corteza límbica.
39. Área angular.
40. Área supramarginal.
41. Área auditoria. Corteza auditiva.
42. Área paraauditoria. Corteza auditiva.
43. Área subcentral.
44. Área opercular.
45. Área triangular.
46. Área frontal media.
47. Área orbital.
48. Área postsubicular.
49. Área parasubicular.

50. Área gustatoria.

51. Área piriforme.

52. Área parainsular.

áreas visuales de la corteza cerebral: Sobre la base de estudios funcionales y de conexiones, las áreas visuales de la corteza cerebral han sido subdivididas en más de 25 áreas diferentes. Las principales incluyen:

V1 = Área visual estriada primaria (se corresponde con el área 17 de Brodmann).

V2 = Área visual situada alrededor de la V1 de la que recibe información.

V3 = Área visual que recibe información de la V2 y proyecta a su vez a la V4 y V5.

V4 = Área visual situada entre los bordes de la corteza temporal, occipital y parietal.

Color.

V5 o MT (Medial Temporal) = Área visual situada en la corteza temporal medial.

Movimiento.

MST (Medial Superior Temporal) = Situada en el lóbulo temporal en su parte medial y superior.

cerebro: Actualmente es un término no claramente definido y consensuado. En general refiere a toda aquella parte del SNC que está contenida en la caja craneana, excluido el tronco del encéfalo (mesencéfalo, puente y bulbo raquídeo) y el cerebelo.

circuito neuronal: Serie de conexiones neuronales en las que la transmisión de la señal se realiza por la acción e interacción de varios neurotransmisores y que codifican para funciones específicas del cerebro.

código: Serie de símbolos o reglas usados con significado específico y que conforman un sistema de comunicación.

cognoscitivo, proceso: Proceso mediante el cual se tiene conocimiento de un acontecimiento del mundo interno (personal) o externo (sensorial).

complejo ventrobasal del tálamo: Concepto basado en criterios fisiológicos. Serie de núcleos cuyas neuronas responden a estímulos de receptores somáticos mecánicos (tacto, presión, vibración y movimientos articulares), aun cuando también responden a sensibilidad térmica y dolorosa. En general, el complejo ventrobasal corresponde a los núcleos ventral posterolateral y ventral posteromedial.

conducta: Cualquier suceso observable del organismo. Toda conducta es un puro acto motor desde la expresión verbal en el hombre a cualquier expresión física en el animal.

conducta humana: Yela ha definido la conducta humana como «toda acción intencional del hombre en el mundo». Con las siguientes notas específicas, según Laín: 1. Libre albedrío, 2. Simbolización, 3. Inconclusión, 4. Ensimismamiento, 5. Vida en lo real. En Neurobiología se entiende conducta humana «toda aquella serie de actos motores voluntarios realizados por el individuo humano y que los distingue de aquellos de los animales».

consciencia: Estado de un animal o persona que le permite el desarrollo de una conducta de interacción con el mundo externo y reconocimiento del «yo».

corteza cerebral: Capa neuronal de la superficie externa cerebral del hombre y

organismos superiores. En el hombre su superficie total es de unos 2.200 cm² y su espesor oscila entre 1,3 y 4,5 mm, con un volumen de 600 cm³. El tejido cerebral del hombre contiene unas 3×10^9 neuronas. Típicamente se diferencian seis capas, que existen en más del 90 % del total de la corteza. Estas capas, de superficie a profundidad, son las siguientes: capa molecular o plexiforme, piramidal externa, granular externa, piramidal interna, granular interna y fusiforme. Filogenéticamente esta estructura de seis capas aparece en los mamíferos y se denomina neocorteza o isocorteza. Más antigua filogenéticamente es la allocorteza, que posee una estructura de tres capas y a la que pertenecen el archipallium, paleopallium y rinencéfalo.

corteza cingulada: Parte medial de la corteza cerebral que forma parte del sistema límbico y se relaciona con los mecanismos cerebrales relacionados con los procesos de emoción y motivación.

corteza de asociación: Áreas de la corteza cerebral no directamente relacionadas en el procesamiento de información primaria sensorial y motora. Son áreas polisensoriales y multifuncionales.

corteza frontal: Refiere a toda la corteza del lóbulo frontal, lo que incluye todo el polo anterior de los hemisferios cerebrales desde la cisura de Rolando.

corteza inferotemporal: Área del lóbulo temporal que forma parte de la vía de procesamiento de la información visual. Las neuronas de esta área responden sólo a objetos o formas complejas como caras, manos u objetos no comunes (un cepillo).

corteza motora primaria: Área de la corteza cerebral localizada en el giro precentral (área 4 de Brodmann). Es la parte de la corteza directamente relacionada con el inicio y control del acto motor voluntario y es origen del tracto o vía piramidal (componente motor). Contiene una representación distorsionada del organismo.

corteza parietal: Corteza relacionada con las sensaciones somáticas, lenguaje y procesamiento y control visuo-espacial.

corteza prefrontal: Corteza de asociación situada en la parte más rostral del lóbulo frontal. Su definición y límites neurofisiológicos vienen dados por las proyecciones del núcleo dorsomedial del tálamo. Se subdivide en diversas otras áreas: corteza prefrontal orbitaria y dorsal (en el primate) o medial dorsal y orbitaria (en la rata). Entre las muchas funciones en las que participa se encuentran el control del mundo emocional a través del sistema límbico, memoria operativa o funcional (*working memory*), programación o planificación del acto motor voluntario y de actos a realizar en un inmediato futuro y función inhibitoria de influencias tanto externas como internas.

corteza premotora: Área de la corteza que se corresponde con el área 6 de Brodmann. Se encuentra situada rostral o anterior al área motora primaria (área 4 de Brodmann) con la que se encuentra íntimamente conectada. Se cree que se relaciona con la programación cortical de los movimientos voluntarios.

corteza temporal: Parte de la neocorteza relacionada con el procesamiento de la información auditiva y visual, emociones y memoria declarativa.

corteza visual: Parte de la corteza cerebral situada en el polo occipital y relacionada con

la visión.

corteza visual no estriada: Corteza visual que por definición se encuentra fuera de la corteza visual primaria (V1) o estriada. Se corresponde principalmente con las áreas 18 y 19 de Brodmann. En ella se encuentran neuronas con múltiples y diferentes campos receptivos visuales.

corteza visual primaria o estriada, V1: Corteza visual que corresponde con el área 17 de Brodmann y se caracteriza por las estriaciones visibles a simple vista que posee (línea de Gennari). Recibe aferencias directas del núcleo geniculado lateral. Contiene neuronas cuyos campos receptivos responden a barras de luz (diferentes orientaciones) o puntos de luz de diferentes longitudes de onda.

dolor: La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor lo define como una «Experiencia sensorial y emocional displacentera, asociada a un daño tisular real o potencial de causa interior o exterior o que se describe como ocasionada por dicha lesión». En contraste con el término dolor el concepto nocicepción es puramente fisiológico.

electroencefalograma, EEG: Registro de las variaciones de potencial eléctrico entre dos electrodos (registro bipolar) o entre un electrodo y otro indiferente (registro monopolar) situados en el cuero cabelludo. La actividad registrada refleja esencialmente la actividad postsináptica de las neuronas de las capas más superficiales de la corteza.

emoción: Reacción conductual y subjetiva producida por una información proveniente del mundo externo o interno (memoria) del individuo. Se acompaña de fenómenos neurovegetativos. El sistema límbico es parte importante del cerebro relacionado con la elaboración de las conductas emocionales.

emociones morales: Emociones que van unidas al interés del bienestar de otras personas o de la sociedad como un todo.

epilepsia: Enfermedad de aparición paroxística, que cursa con crisis recurrentes de pérdida de conciencia que generalmente se acompaña de fenómenos motores involuntarios. Electrofisiológicamente existe una descarga sincrónica anormal de grupos neuronales, que con frecuencia se puede registrar electroencefalográficamente. Su origen puede ser debido a traumatismos (cicatrices), tumores, malformaciones, alteraciones del metabolismo (hipoglucemia) y en muchos casos se desconoce la causa. Entre otros tipos clínicos se encuentran la epilepsia gran mal de crisis generalizadas, epilepsia focal, epilepsia pequeño mal, epilepsia psicomotora, etc.

esquizofrenia: Grupo de enfermedades de etiología desconocida y aparición a diferentes edades, caracterizada psicopatológicamente por una desconexión con la realidad. Esto último se expresa en una desconexión entre pensamiento, sentimiento, acción y aparición de alucinaciones generalmente auditivas. El sustrato cerebral de estas enfermedades es desconocido. Se especula sobre la «hiperactividad» de los sistemas dopaminérgicos del cerebro, en particular de los sistemas mesolímbico y mesocortical.

estriado dorsal: Refiere a la parte más dorsal del estriado (caudado y putamen).

estriado ventral: Área celular ventral del putamen extendida hacia la superficie cerebral en la sustancia perforada anterior. Comprende la parte lateral gris sublenticular, el núcleo accumbens y la parte subcomisural de la sustancia innominada.

giro angular: Circunvolución parietal inferior.

giro cingulado: Giro o área situada en la superficie interna de cada hemisferio cerebral entre el surco cingulado y el surco del cuerpo calloso. Se extiende desde la región subcallosa y sigue por delante de la rodilla y *splenium* del cuerpo calloso para continuarse con el giro parahipocámpico en el lóbulo temporal. Forma parte del llamado sistema límbico. Participa en los circuitos que codifican funciones relacionadas con la emoción y motivación.

globo pálido: Núcleo que forma parte de los ganglios basales, con dos segmentos (externo e interno) relacionado con la actividad motora extrapiramidal y voluntaria. Recibe aferencias del cuerpo estriado y a su vez proyecta hacia la corteza motora y premotora (a través del núcleo ventroanterior del tálamo).

hemisferio cerebral: Cada uno de los dos grandes lóbulos anterodorsales del telencéfalo del cerebro de los vertebrados, incluyendo la sustancia blanca y los ganglios basales.

hipocampo: Circunvolución situada en la región anteromedial del lóbulo temporal, que resulta de la internalización, en los mamíferos, de un córtex arcaico desarrollado en reptiles y mamíferos primitivos. Esta archicorteza se compone principalmente de dos estructuras: giro o fascia dentada y el cuerno de Ammon. Consta de tres capas (molecular, granular y polimorfa). Forma parte del sistema límbico. Estructura fundamental en el registro de diferentes tipos de memorias.

hipotálamo: Estructura localizada por debajo del tálamo y por encima del quiasma óptico y de la silla turca que participa en la regulación de los sistemas neurovegetativo y endocrino. Forma parte fundamental de los circuitos de control neuronal de la ingesta de alimento, agua, sexualidad y temperatura. Se encuentra integrado por agrupaciones neuronales o núcleos. Clásicamente se distinguen el hipotálamo anterior o quiasmático, el hipotálamo medio o infundibular y el hipotálamo posterior o mamilar.

hipótesis: Uno de los tres pilares del método científico (observación, hipótesis y experimentación). Proposición o enunciado teórico que puede ser comprobado experimentalmente y que está sujeto a posible contraensayo por posterior observación y experimentación.

ínsula, lóbulo de la: Lóbulo situado en el fondo de la cisura de Silvio. Tiene una forma triangular y se encuentra delimitado por el surco circular de los lóbulos frontal, parietal y temporal. Posee dos partes, una posterior o *girus longus* y una anterior en la que se encuentran los giros breves.

juicio moral: Un tipo de juicio de evaluación que se basa en estimar la adecuación de la conducta propia con la de los demás acorde a las ideas, conformadas socialmente, como correcto o incorrecto, bueno o malo.

lenguaje: Conjunto de sonidos con un significado mediante el que el hombre comunica lo que piensa o siente. Es el ejemplo más importante de la lateralización cerebral.

lóbulo frontal: Una de las cuatro principales divisiones de la corteza cerebral. Se encuentra situado anterior a la cisura central o de Rolando. Está relacionado con la programación y ejecución de los actos motores, incluido el habla y con el control de la conducta emocional.

lóbulo occipital: Una de las cuatro principales divisiones de la corteza cerebral. Forma la parte más posterior de los hemisferios cerebrales. Su límite rostral se encuentra en la cisura parietooccipital. Está relacionado primaria y principalmente con el procesamiento de la información visual.

lóbulo parietal: Una de las cuatro principales divisiones de la corteza cerebral. Está delimitado en su borde anterior por la cisura de Rolando (cara externa) y por la cisura perpendicular interna o surco parietooccipital (cara interna). Se distinguen: la circunvolución parietal ascendente (poscentral), la circunvolución parietal superior y la circunvolución parietal inferior.

lóbulo parietal inferior: Subdivisión del lóbulo parietal en la cara lateral del hemisferio cerebral, posterior a la parte baja del surco poscentral y entre los surcos intraparietal y lateral. En su parte inferior se encuentran los giros angular y supramarginal.

lóbulo parietal superior: Subdivisión del lóbulo parietal en la cara lateral del hemisferio cerebral, posterior a la parte superior del surco poscentral y sobre el surco intraparietal.

lóbulo temporal: Una de las cuatro principales divisiones de la corteza cerebral. Está situado en posición ventral a la cisura de Silvio, en cuya cara externa presenta las circunvoluciones superior, media e inferior.

magnetoencefalografía (MEG): Procedimiento basado en el registro dinámico de los campos magnéticos débiles que se generan por los movimientos de cargas eléctricas cerebrales y que pueden ser registrados. Es un método complementario al EEG que tiene la ventaja de que dichos campos magnéticos no son filtrados por el cráneo tan potentemente como las ondas de los registros encefalográficos.

memoria: Capacidad de evocar respuestas aprendidas previamente.

mente: Es un concepto impreciso que refiere al conjunto de atributos de la persona durante la experiencia consciente, como pensar, sentir y la misma consciencia del yo. Para muchos pensadores y científicos actuales su naturaleza es material y refiere a la expresión de la función cerebral. Para otros, muy pocos hoy, su naturaleza es espiritual no-material.

naturaleza humana: Todo el espectro de predisposiciones y conductas que caracterizan la especie humana. En esencia, y en lo que refiere a las neurociencias, este concepto se centra en si ésta es material y espiritual o sólo material.

Neuroanatomía: Disciplina que estudia la estructura y morfología del sistema nervioso.

Neurobiología: Disciplina que estudia, desde una perspectiva multidisciplinar, la anatomía (estructura), fisiología (función) y bioquímica del sistema nervioso.

Neurociencia: Disciplina que estudia el desarrollo, estructura, función, farmacología y patología del sistema nervioso.

Neurofarmacología: Disciplina que estudia la acción de compuestos químicos sobre el

sistema nervioso.

Neurofisiología: Disciplina que estudia la función del sistema nervioso. Hoy el término se acepta de modo genérico como sinónimo (en contenido) de Electrofisiología.

Neurolingüística: Ciencia basada en el estudio neuroanatómico del habla y los trastornos relacionados con la misma.

neurona: Término que refiere a la célula nerviosa completa, lo que incluye el cuerpo celular y sus prolongaciones (dendritas y axón). Es la unidad morfofuncional básica del sistema nervioso.

Neuropsicología: Disciplina que estudia los procesos psicológicos sobre la base y en correlación con los procesos neuroanatómicos, neuroquímicos y neurofisiológicos del cerebro. En la práctica, esta disciplina se ocupa del estudio psicológico (déficit) de las personas con daño cerebral de diverso origen (traumático, posquirúrgico, etc.).

núcleo accumbens: Área del sistema límbico implicada en procesos de emoción, motivación y activación motora. Es un área del cerebro que se piensa desempeña un papel de interfase entre la motivación y la ejecución de la actividad motora. Área convergente de vías que liberan diversos tipos de neurotransmisores como la vía mesolímbica que libera dopamina y otras que liberan glutamato.

PET: Siglas del inglés con que se abrevia *Positron Emission Tomography* (tomografía por emisión de positrones).

placer: Experiencia subjetiva producida por la satisfacción de alguna necesidad de significado intelectual o emocional. Los circuitos límbico-corticales de la recompensa se piensa son el sustrato neurobiológico de estas sensaciones.

potencial de acción: Espiga o impulso nervioso. Fenómeno de despolarización y repolarización rápida de la membrana de una neurona, axón o fibra muscular que obedece a la ley del todo o nada y que se propaga a lo largo de la misma. Tiene un sustrato iónico con aumento de la conductancia al Na^+ y al K^+ respectivamente.

psicosis maniaco-depresiva: Psicosis que se caracteriza por los cambios alternantes de humor y afectividad (excitación-depresión).

razonamiento moral: Los mecanismos cognitivos a través de los cuales se alcanzan los juicios morales.

receptor sensorial: Estructura histológica especializada que puede ser estimulada y traduce un tipo de energía determinada en potenciales eléctricos.

recompensa: Es todo elemento o estímulo que asociado a una conducta determinada hace que ésta aumente la probabilidad de que se repita. La recompensa es el refuerzo positivo de la conducta.

red neuronal: Refiere a las interconexiones entre neuronas que codifican para una determinada función.

resonancia magnética funcional: Técnica de resonancia magnética sensible a los cambios de flujo sanguíneo cerebral asociado a la actividad neuronal. Usa las propiedades paramagnéticas de la desoxihemoglobina endógena como marcador.

resonancia magnética nuclear: Método no invasivo que permite el diagnóstico de procesos cerebrales anormales. Se basa en la capacidad de ciertos átomos, como el

hidrógeno y el fósforo, para comportarse como magnetos. Ante un campo magnético poderoso externo, estos magnetos nucleares pueden orientarse conformando una determinada línea de fuerza. La liberación posterior de estas fuerzas conlleva liberación de energía y ésta puede ser detectada y utilizada para reconstruir una imagen del cerebro o áreas del cerebro.

séptum: Como término general, refiere a la pared delgada que separa dos cavidades o masas de tejido.

sistema límbico: Concepto genérico de delimitaciones anatómicas y funcionales imprecisas. Refiere a aquel conjunto de áreas cerebrales a las que se les supone formando circuitos que codifican el mundo personal de la emoción (placer, rabia, agresividad, etc.) y la motivación (ingesta de agua y alimentos, actividad sexual, etc.). Éstas incluyen: giro del cíngulo, giro parahipocámpico, hipocampo, amígdala, séptum, núcleo accumbens, hipotálamo y corteza orbitofrontal).

sistema motor piramidal: Concepto utilizado en neurología clínica. Refiere al tracto piramidal y su función en el control y ejecución del acto motor voluntario.

sistema ventricular: Canal central o sistema cavitario, residuo del tubo primitivo embrionario, con una serie de ensanchamientos que contienen los plexos coroideos, productores de líquido cefalorraquídeo. En el espesor de los hemisferios telencefálicos se encuentran lateralizados a ambos lados de la línea media los ventrículos laterales (o primer y segundo ventrículos) en forma de herradura y que comunican por una zona angosta (agujero ventricular de Monro) con un ventrículo medio o tercer ventrículo, formado a expensas de la vesícula diencefálica. Hay otro estrechamiento a nivel del mesencéfalo, llamado acueducto de Silvio, que tiene una dilatación final en forma de rombo que corresponde al rombencéfalo y constituye el cuarto ventrículo. Queda un resto muy estrecho, de cavidad prácticamente nula, que continúa la cavidad del tubo neuronal a nivel de la médula, llamado conducto ependimario.

surco longitudinal o central de la ínsula: Surco que recorre todo el lóbulo de la ínsula hasta su vértice.

surco temporal superior (*Superior Temporal Sulcus*). Surco que nace muy cerca del polo temporal con dirección occipital. Es un surco paralelo a la cisura de Silvio.

teoría de la mente: Habilidad cognitiva específica que permite a uno entender a otras personas como agentes con intencionalidad, percepción del mundo y emociones o intuir qué tienen en su mente en términos de estados intencionales, perceptuales o de sentimientos.

tomografía por emisión de positrones, PET: Imagen tomográfica que utiliza radioisótopos de átomos que emiten positrones. La colisión de estos positrones con los electrones de carga negativa produce emisión de rayos gamma cuyo rastreo mide y analiza un sistema computadorizado.

tronco encefálico: Porción del sistema nervioso situada inmediatamente por encima de la médula y que comprende el bulbo raquídeo, el puente y el mesencéfalo.

utilitarismo: Teoría filosófica según la cual las mejores decisiones que se pueden tomar

son aquellas que llevan a las más altas cotas de felicidad o bienestar para la mayoría de la gente.

valores morales: Conceptos y actitudes conformados en una determinada cultura, que codifican para los valores preferentes o estándar morales de una persona o una sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- ADOLPHS, R. (2002): «Trust in the Brain». *Nature Neuroscience*, 5, 192-193.
- ; TRANEL, D.; DAMASIO, H. y DAMASIO, A. R. (1994): «Impaired Recognition of Emotion in Facial Expressions Following Bilateral Damage to the Human Amygdala». *Nature*, 372, 669-672.
- ALLISON, T. (2001): «Neuroscience and Morality». *The Neuroscientist*, 7, 360-364.
- AMODIO, D. M. y FRITH, C. D. (2006): «Meeting of Minds: The Medial Prefrontal Cortex and Social Cognition». *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 268-277.
- ANDERSON, S. W.; BECHARA, A.; DAMASIO, H.; TRANEL, D. y DAMASIO, A. R. (1999): «Impairment of Social and Moral Behavior Related to Early Damage in Human Prefrontal Cortex». *Nature Neuroscience*, 2, 1032-1037.
- ANDREASEN, N. C. (1987): «Creativity and Mental Illness: Prevalence Rates in Writers and Their First-degree Relatives». *American Journal of Psychiatry*, 144, 1288-1292.
- ARANGUREN, J. L. L. (1965): *Ética*. Ed. Revista de Occidente, Madrid.
- ARBIB, M. A. (1998): «Self And Society: Between God And Brain». *Cognitive Neuroscience*, 2, 377-378.
- ARMONY, J. L. y LE DOUX, J. E. (2000): «How Danger is Encoded: Toward a Systems, Cellular and Computational Understanding of Cognitive-emotional Interactions in Fear». En M. S. Gazzaniga (ed.), *The New Cognitive Neurosciences*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- ARSHAVSKY, Y. I. (2006): «“Scientific Roots” of Dualism in Neuroscience». *Progress In Neurobiology*, 79, 190-204.
- ATKINS, P. (2003): *El dedo de Galileo: Las diez grandes ideas de la Ciencia*. Espasa Calpe, Madrid.
- AUSTIN, J. H. (1999): *Zen And The Brain. Toward An Understanding of Meditation And Consciousness*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- AXELROD, R. y HALMILTON, W. D. (1981): «The Evolution of Cooperation». *Science*, 211, 1390-1396.
- AYALA, F. J. (1980): *Origen y evolución del hombre*. Alianza Editorial, Madrid.
- (1994): *La Naturaleza Inacabada*. Salvat, Barcelona.
- BARBER, B. (1976): «The Ethics of Experimentation With Human Subjects». *Scientific American*, 234, 25-31.
- BARRACLOUGH, D. J.; CONROY, M. L. y LEE, D. (2004): «Prefrontal Cortex And Decision Making In A Mixed-strategy Game». *Nature Neuroscience*, 7, 404-410.
- BARRETT, J. L. (2000): «Exploring the Natural Foundations of Religion». *Trends In Cognitive Sciences*, 4, 29-34.
- BARRO, R. J. y SALA-I-MARTÍN, X. (2003): *Economic Growth*. MIT Press.
- BEAKLEY, B. Y LUDLOW, P. (EDS.) (1992): *The Philosophy of Mind: Classical Problems/contemporary Issues*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

- BECHARA, A.; DAMASIO, H.; TRANEL, D. y DAMASIO, A. R. (1997): «Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy». *Science*, 275, 1293-1295.
- BLANK, R. H. (1999): *Brain Policy: How the New Neuroscience will Change our Lives and our Politics*. Georgetown University Press, Washington DC.
- BLANKE, O.; ORTIGUE, S.; LANDIS, T. y SEECK, M. (2002): «Stimulating Illusory Own-body Perceptions». *Nature*, 419, 269.
- BOUCHARD, T. J. (1994): «Genes, Environment and Personality». *Science*, 264, 1700-1701.
- BREITER, H. C.; AHARON, I.; KAHNEMAN, D.; DALE, A. y SHIZGAL, P. (2001): «Functional Imaging of Neural Responses to Expectancy and Experience of Monetary Gains and Losses». *Neuron*, 30, 619-639.
- ; ETCOFF, N. L.; WHALEY, P. J.; KENNEDY, W. A. y RAUCH, S.L. (1996): «Response and Habituation of the Human Amygdala During Visual Processing of Facial Expression». *Neuron*, 17, 875-887.
- BULTE, E.; DAMANIA, R.; GILLSON, L. y LINDSAY, K. (2004): «Space. The Final Frontier for Economists and Elephants». *Science*, 306, 420-421.
- CAMERER, C.; LOEWENSTEIN, G. y PRELEC, D. (2005): «Neuroeconomics: How Neuroscience Can Inform Economics». *J. Economic Literature*, 43, 9-64.
- CAMILLE, N.; CORICELLI, G.; SALLET, J.; PREDAT-DIEHL, P.; DUHAMEL, J.-R. y SIRIGU, A. (2004): «The Involvement of the Orbitofrontal Cortex in the Experience of Regret». *Science*, 304, 1167-1170.
- CASEBEER, W. D. (2003): «Moral Cognition and its Neural Constituents». *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 841-846.
- CHANGEUX, J. P. (2004): *The Physiology of Truth: Neuroscience and Human Knowledge*. Harvard University Press.
- y CHAVAILLON, J. (eds.) (1995): *Origins of the Human Brain*. Clarendon Press, Oxford.
- CHURCHLAND, P. S. (1990): *Neurophilosophy. Towards a Unified Science of the Mind-brain*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- (2002): *Brain-wise. Studies in Neurophilosophy*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- COMMISSION ON THE HUMANITIES (1980): *The Humanities in American Life. Report of the Commission on the Humanities*. Berkeley, University of California Press.
- COOTER, R. y ULEN, T. (2000): *Law and Economics*. Addison-Wesley, Massachusetts.
- D'AQUILI, E. y NEWBERG, A. (1999): *The Mystical Mind*. Fortress Press, Minneapolis.
- DAEYEOL, L. (2006): «Best to go with what you know?». *Nature*, 441, 822-823.
- DAMASIO, A. R. (1999): *The Feeling of what Happens*. William Heinemann, Londres.
- (1994): *Descarte's Error*. Picador, Putnam, Londres.
- (2003): *Looking for Spinoza. Joy, Sorrow and the Feeling Brain*. Harcourt, Orlando.
- (2005): «Brain Trust». *Nature*, 435, 571-572.
- DAMASIO, H.; GRABOWSKI, T.; FRANK, R.; GALABURDA, A. M. y DAMASIO, A. R. (1994):

- «The return of Phineas Gage: Clues about the Brain from the Skull of a Famous Patient». *Science*, 264, 1102-1105.
- DARWIN, CH. (2005): *The Darwin Compendium*. Barner & Noble Books Pub.
- (1998): *La expresión de las emociones en el Hombre y los animales*. Alianza Editorial, Madrid.
- DENNET, D. C. (1991): *Consciousness Explained*. Boston, Little Brown.
- (2003): «The self as a responding and responsible artifact». *Ann. New York Acad. Sci.*, 1001, 39-50.
- DOBKIN DE RIOS, M. y JANIGER, O. (2003): *LSD Spirituality and the Creative Process*. Park Street Press. Rochester, Vermont.
- DOLAN, R. J. (1999): «On the Neurology of Morals». *Nature Neuroscience*, 2, 927-929.
- DUNCAN, J. y OWEN, A. M. (2000): «Common Regions of the Human Frontal Lobe Recruited by Diverse Cognitive Demands». *Trends In Neuroscience*, 23, 475-483.
- EAGLEMAN, D. M. (2004): «The Where and when of Intention». *Science*, 303, 1144-1146.
- EASTMAN, N. y CAMPBELL, C. (2006): «Neuroscience and Legal Determination of Criminal Responsibility». *Nature Review Neuroscience*, 7, 311-318.
- EDELMAN, G. M. y TONONI, G. (2000): *A Universe of Consciousness*. Basic Books. Nueva York.
- EDITORIAL (1998): «Does Neuroscience Threaten Human Values». *Nature Neurosci.*, 1, 535-536.
- (2003): «Scanning the Social Brain». *Nature Neurosci.*, 6, 1239.
- (2003): «Predicting Behavior». *Nature Neurosci.*, 6, 647.
- (2004): «Brain Scan?». *Nature Neurosci.*, 7, 683
- EKMAN, P. (1982): *Emotion in the Human Face*. Cambridge University Press, Nueva York.
- ESLINGER, P. J. y DAMASIO, A. R. (1985): «Severe Disturbance of Higher Cognition After Bilateral Frontal Lobe Ablation: Patient EVR». *Neurology*, 35, 1731-1741.
- ; FLAHERLY-CRAIG, C. V. y BENTON, A. L. (2004): «Developmental Outcomes After Early Prefrontal Cortex Damage». *Brain Cogn.*, 55, 84-103.
- FAIGMAN, D. L. (2004): *Laboratory of Justice. The Supreme Court's 200 Years Struggle to Integrate Science and the Law*. Times Books, Nueva York.
- FARAH, M. J. (2002): «Emerging Ethical Issues in Neuroscience». *Nature Neuroscience*, 5, 1123-1129.
- (2005): «Neuroethics: the practical and the Philosophical». *Trends in Cognitive, Sciences* 9, 34-40.
- ; ILLES, J.; COOK-DEEGAN, R.; GARDNER, H.; KANDEL, E.; KING, P.; PARENS, E.; SAHAKIAN, B. y WOLPE, P. R. (2004): «Neurocognitive Enhancement: What Can We do and What Should We Do?». *Nature Reviews, Neuroscience*, 5, 421-425.
- FARWELL, L. A. y DONCHIN, E. (1991): «The truth will out: Interrogative Polygraphy ('lie Detection') with Event-related Brain Potentials». *Psychophysiology*, 28, 531-547.
- FERGUSON, M. J. y BARGH, J. A. (2004): «How Social Perception Can Automatically

- Influence Behavior». *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 33-39.
- FISKE, S. T.; HARRIS, L. T. y CUDDY, A. J. C. (2004): «Why Ordinary People Torture Enemy Prisoners». *Science*, 306, 1482-1483.
- FLANAGAN, O. (1992): *Consciousness Reconsidered*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- FREUD, S. (2000): *Psicoanálisis del Arte*. Alianza Editorial, Madrid.
- (2001): *El malestar en la cultura*. Alianza Editorial, Madrid.
- FUSTER, J. M. (2001): «The Prefrontal Cortex. An Update: Time is of the Essence». *Neuron*, 30, 319-333.
- FUKUYAMA, F. (2002): *Our Posthuman Future*. Farrar, Straus And Giroux, Nueva York.
- GALLAGHER, H. L. y FRITH, C. D. (2003): «Functional Imaging of “Theory of Mind”». *Trends In Cognitive Sciences*, 7, 77-83.
- GARLAND, B. (2004): *Neuroscience and the Law. Brain, Mind and the Scales of Justice*. Dana Press, Nueva York.
- y GLIMCHER, P. W. (2006): «Cognitive Neuroscience and the Law». *Current Opinion in Neurobiology*, 16, 130-134.
- GAZZANIGA, M. S. (2005): *The Ethical Brain*. Dana Press, Nueva York.
- GIDDENS, A. (2001): *Sociología*. Alianza Editorial, Madrid.
- GIEDON, S. (2004): *El presente eterno: Los comienzos de la Arquitectura*. Alianza Editorial, Madrid.
- GLIMCHER, P. W. (2003): *Decisions Uncertainty and the Brain: The Science of Neuroeconomics*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- y RUSTICHINI, A. (2004): «Neuroeconomics: The Concilience of Brain And Decision». *Science*, 306, 447-452.
- GOLAN, T. (2004): *Laws of Men and Laws of Nature. The History of Scientific Expert Testimony in England and America*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- GÓMEZ, C. (ed.) (2002): *Doce textos fundamentales de la Ética del siglo XX*. Alianza Editorial, Madrid.
- GOSWAMI, U. (2006): «Neuroscience and Education: From Research to Practice?». *Nature Reviews Neuroscience*. Publicado on line el 12 de abril.
- GOULD, S. J. (1999): «The Human Difference». *The New York Times*, 2 de julio.
- GRATTAN, L. M. y ESLINGER, P. J. (1992): «Long-term Psychological Consequences of Childhood Frontal Lobe Lesion in Patient DT». *Brain Cogn.*, 20, 185-195.
- GRAY, J. R. y THOMPSON, P. M. (2004): «Neurobiology of Intelligence: Science And Ethics». *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 471-482.
- GREENE, J. (2003): «From Neural “Is” to Moral “Ought”: What Are the Moral Implications of Neuroscientific Moral Psychology?». *Nature Reviews Neuroscience* 4, 847-850.
- GREENE, J. y HAITT, J. (2002): «How (and Where) does Moral Judgment Work?». *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 517-523.
- GREENE, J. D.; SOMMERVILLE, R. B.; NYSTROM, L. E.; DARLEY, J. M. y COHEN, J. D.

- (2001): «An FMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment». *Science*, 293, 2105-2108.
- GREENE, W. H. (2002): *Econometric Analysis*. Prentice Hall.
- GRIFFIN, D. R. (1992): *Animal Minds*. The University of Chicago Press, Chicago.
- HARRIS, M. (2005): *Antropología Cultural*. Alianza Editorial, Madrid.
- HART, A.; WHALEN, P.; MCLERNEY, S.; FISCHER, H. y RAUCH, S. (2000): «Differential Response in the Human Amygdala to Racial Outgroup Versus Ingroup Face Stimuli». *Neuroreport*, 11, 2351-2355.
- HAUSER, M. D. (2000): *Wild Minds: What Animals Really Think?* Henry Holt, Nueva York.
- HAYNES, J.-D. y REES, G. (2006): «Decoding Mental States from Brain Activity in Humans». *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 523-534.
- HILL, E. y SALLY, D. (2003): Dilemmas and Bargains: Autism, Theory-of-mind, Cooperation and Fairness (Abstract).
- HOFFMANN, D. E. y ROTHENBERG, K. H. (2005): «When Should Judges Admit of Compel Genetic Tests?». *Science*, 310, 241-242.
- HOLLOWAY, R. L. (1995): «Toward a Synthetic Theory of Human Brain Evolution». En: J. P. Changeux y J. Chavillon (eds). *Origins of the Human Brain*. Clarendon Press, Oxford.
- HORGAN, J. (2003): *Rational Mysticism*. Houghton Mifflin Company, Boston.
- HSEE, C. K., y HASTIE, R. (2006): «Decision And Experience: Why Don't We Choose what Make us Happy?», *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 31-359.
- HSU, M.; BHATT, M.; ADOLPHS, R.; TRANEL, D. y CAMERER, C. F. (2005): «Neural Systems Responding to Degrees of Uncertainty in Human Decision-making». *Science*, 310, 1680-1683.
- HUME, D. (1992): *Tratado de la naturaleza humana*. Tecnos, Madrid.
- HUXLEY, A. (1985): *Un mundo feliz*, Editores mexicanos unidos.
- HUXLEY, J. (1964): *Essays of a Humanist*. Harper and Row, Nueva York.
- ILLES, J.; BLAKEMORE, C.; HANSSON, M. G.; HENSCH, T. K.; LESHNER, A.; MAESTRE, G.; MAGISTRETTI, P.; QUIRION, R. y STRATA, P. (2005): «International Perspectives on Engaging the Public in Neuroethics». *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 977-982.
- INTERNATIONAL MIND, BRAIN y EDUCATION SOCIETY [on line] www.imbes.org.
- IONE, A. y TYLER, CH. (2003): «Neurohistory and the Arts. Was Kandinsky a Synesthete?». *Journal History Neuroscience*, 12, 223-226.
- JEDLIKA, P. (2005): «Neuroethics, Reductionism and Dualism». *Trends Cognitive Sciences*, 9, 172.
- JOHNSON, G. (2006): «Getting a Rational grip on Religion». *Scientific American*, 1, 80-81.
- KANDEL, E. R. y MACK, S. (2003): «A Parallel Between Radical Reductionism In Science And In Art». *Annals of the New York Academy of Science*, 1001, 272-294.
- KANT, E. (1957): *Lo bello y lo sublime*. Espasa Calpe, Madrid.
- KANWISHER, N. (2006): «What's in a Face?», *Science*, 311, 617-618.

- KAWABATA, H. y ZEKI, S. (2004): «Neural Correlates of Beauty». *Journal of Neurophysiology*, 91, 169-1705.
- KENNEDY, D. (2004): «Neuroscience and Neuroethics». *Science*, 306, 373.
- (2006): «Acts of God?». *Science* 311, 303.
- KEVLES, B. H. (2004): «Science Weighs in on the Scales of Justice». *Science*, 306, 412-414.
- KIEHL, K. A. *et al.*, (2004): «Temporal Lobe Abnormalities in Semantic Processing by Criminal Psychopaths as Revealed by Functional Magnetic Resonance Imaging». *Psychiatry Res.*, 130, 27-42.
- KNOBE, J. (2005): «Theory of Mind and Moral Cognition: Exploring the Connections». *Trends in Cognitive Sciences* 9, 357-359.
- KOELSCH, S. y SIEBEL, W. A. (2005): «Towards a Neural Basis of Music Perception». *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 578-584.
- KOESFELD, M.; HEINRICHS, M.; ZAK, P. J.; FISCHBACHER, U. y FEHR, E. (2005): «Oxytocin Increased Trust In Humans». *Nature*, 435, 673-676.
- KRINGELBACH, M. L. (2005): «The Human Orbitofrontal Cortex: Linking Reward to Hedonic Experience». *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 691-792.
- FROEBER, A. L. y KLUCKHOHN, K. M. (1952): «Culture a Critical Review of Concepts and Definitions». *Papers of the Peabody Museum of American Archeology and Ethnology. Harvard University*, 47, 643-644.
- LE DOUX, J. (1996): *The Emotional Brain*. Simon and Schuster, Nueva York.
- LE DOUX, J. E.; DEBIEC, J. y MOSS, H. (eds.) (2003): «The Self from Soul to Brain». *Annals of New York Academy of Sciences*, 1001.
- LIVINGSTONE, M. (2002): *Vision and Art: The Biology of Seeing*. H. N. Abrams, Nueva York.
- LLINÁS, R. (2001): *I of the Vortex*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- LOEWENSTEIN, G. (2006): «The Pleasures and Pains of Information». *Science*, 312, 704-706.
- MCCABE, K.; HOUSER, D.; RYAN, L.; SMITH, V., y TROUARD, T. (2001): «A Functional Imaging Study of Cooperation in Two-person Reciprocal Exchange». *PNAS*, 98, 11832-11835.
- MCCLURE, S. M.; LAIBSON, D. L.; LOEWENSTEIN, G. F., y COHEN, D. (2004): «Separate Neural Systems Value. Immediate and Delayed Monetary Rewards». *Science*, 306, 503-507.
- MCCONNELL, A. y LEIBOLD, J. (2001): «Relations Among Implicit Association Test, Discriminatory Behavior and Explicit Measures of Racial Attitudes». *Journal Exp. Social Psychol.*, 37, 435-442.
- MCNEIL, T. (1971): «Prebirth and Postbirth Influence on the Relationship Between Creative Ability and Recorded Mental Illness». *Journal of Personality*, 39, 391-406.
- MARCUS, S. J. (2002) (ed.): *Neuroethics. Mapping the Field*. Conference Proceedings. Dana Press, Nueva York.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D., y GREEN, J. R. (1995): *Microeconomic Theory*.

- Oxford University Press, Oxford.
- MILLER, E. K. (2000): «The Prefrontal Cortex and Cognitive Control. *Nature Reviews Neuroscience*, 1, 59-65.
- MITHEN, S. (2005): *The Prehistory of the Mind. A Search for the Origins of art, Religion and Science*. Phoenix, Londres.
- MOENSSENS, A. A. (2002): «Brain Fingerprinting: Can it Be Used to Detect the Innocence of Persons Charged with a Crime?». *UMKC Law Review*, 70, 891-920.
- MOLL, J.; DE OLIVEIRA-SOUZA, R.; BRAMETI, I. E. y GRAFMAN, J. (2002): «Functional Networks in Emotional Moral and Nonmoral Social Judgments». *Neuroimage*, 16, 696-703.
- MOLL, J.; ZAHN, R.; DE OLIVEIRA-SOUZA, R.; KRUEGER, F. y GRAFMAN, J. (2005): «The Neural Basis of Human Moral Cognition». *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 799-809.
- MOORE, G. F. (1997): *Principia Etica*. UNAM, México.
- MORA, F. (2003): *El Sueño de la inmortalidad*. Alianza Editorial, Madrid.
- (2004): *¿Enferman las mariposas del alma?* Alianza Editorial, Madrid.
- (2004): *Esplendores y miserias del cerebro*. FSCH, Madrid.
- (2005): *Continuum, ¿cómo funciona el cerebro?* Alianza Editorial, Madrid.
- (2005): *El reloj de la sabiduría*. Alianza Editorial, Madrid.
- (2006): *Los laberintos del placer en el cerebro humano*. Alianza Editorial, Madrid.
- y SANGUINETTI, A. M. (2004): *Diccionario de Neurociencia*. Alianza Editorial, Madrid.
- MORA-SANGUINETTI, J. S. (2006): «Neuroeconomía. ¿En las fronteras de la investigación en Economía?». *Estrategia Global*, 15, 40-43.
- MORENO, J. D. (2003): «Neuroethics: An Agenda for Neuroscience and Society». *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 149-153.
- MUSSER, G. (2005): «The Climax of Humanity». *Scientific American*, 23.
- NAKAHARA, K. y MIYASHITA, Y. (2005): «Understanding Intentions: Through The Looking Glass». *Science*, 308, 644-645.
- NEWBERG, A.; D'AQUILLI, E. y RAUSE, V. (2001): *Why God Won't Go Away. Brain Science And The Biology of Belief*. Ballantine Books, Nueva York.
- ORTEGA Y GASSET, J.: *Obras Completas*. Alianza Editorial, Madrid.
- PADOA-SCHIOPPA, C. y ASSAD, J. A. (2006): «Neurons in the Orbitofrontal Cortex Encode Economic Value». *Nature*, 441, 223-226.
- PAUS, T. (2001): «Primate Anterior Cingulate Cortex: Where Motor Control Drive and Cognition Interface». *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 417-424.
- PENNISI, E. (1999): «Chimps in the Wild Show Stirrings of Culture». *Science*, 284, 2070-2076.
- PHAN, K. L.; MAGALHAES, A.; ZIEMIEWICZ, T. J.; FITZGERALD, D. A.; GREENE, C. y SMITH, W. (2005): «Neural Correlates of Telling Lies: A Functional Magnetic Resonance Imaging Stud At 4 Tesla». *Academy of Radiology*, 12, 164-172.
- PLATÓN (1961): *The Complete Texts of Great Dialogues of Plato* (W. H. D. Rouse Translation). New American Library, Nueva York.

- PLUM, F. (1998): «The Conscious Brain: Normal and Abnormal *Philosophical Transactions*», *Biological Sciences*, 353, 1799-1942.
- PRIGOGINE, I (1980): *From Being to Becoming. Time and Complexity in the Physical Sciences*. Freeman, San Francisco.
- (1997): *The End of Certainty*. The Free Press, Nueva York.
- QUERVAIN, D. J. F.; FISCHBACHER, U.; TREYER, V.; SCHELHAMMER, M.; SCHNYDER, U.; BUCK, A. y FEHR, E. (2004): «The Neural Basis of Altruistic Punishment». *Science*, 305, 1254-1258.
- QUINE, W. V. O. (1953): *From a Logical Point of View*. Harvard University Press. Massachusetts.
- RAMACHANDRAN, V. S. (2004): «Beauty Or Brains?». *Science* 305, 779-781.
- y HIRSTEIN, W. (1999): «The Science of Art. A Neurological Theory of Aesthetic Experience». *Journal of Consciousness Studies*, 6, 1-51.
- RAMNANI, N. y MIALL, CH. (2004): «A System In The Human Brain For Predicting the Actions of Others». *Nature Neuroscience*, 7, 85-90.
- y OWEN, A. M. (2004): «Anterior Prefrontal Cortex: Insights into Function From Anatomy and Neuroimaging». *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 184-194
- RAZ, A. y BUHLE, J. (2006): «Typologies of Attentional Networks». *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 367-379.
- RIZZOLATTI, G.; FOGASSI, L. y GALLESE, V. (2001): «Neurophysiological Mechanisms Underlying the Understanding and Imitation of Action». *Nature Review Neuroscience*, 2, 661-670.
- ROBBINS, L. C. (1984): *An Essay on the Nature and Significance of Economic Science*. Nueva York University Press.
- ROBBINS, R. W. (2005): «The Nature of Personality: Genes, Culture and National Character». *Science*, 310, 62-63.
- ROLLS, E. T. (1999): *The Brain and Emotion*. Oxford University Press, Oxford.
- RORIE, A. E. y NEWSOME, W. T. (2005): «A General Mechanism for Decision-making in the Human Brain?». *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 41-43.
- ROSKIES, A. (2002): «Neuroethics for the New Millenium». *Neuron*, 35, 21-23.
- ROWE, A. D.; BULLOCK, P. R.; POLKEY, CH. y MORRIS, R. G. (2001): «Theory of Mind» Impairments and their Relationship to Executive Functioning Following Frontal Lobe Excisions». *Brain*, 600-616.
- RUSE, M. (2003): «Is Evolution a Secular Religion?», *Science*, 299, 1523-1524.
- RUSSELL, R. J.; MURPHY, N.; MEYERING, T. C. y ARBIB, M. A. (eds.) (1999): «Neuroscience and the Person. Scientific Perspectives on Divine Action». *Vatican Observatory Publ.*, Ciudad del Vaticano.
- RUSTICHINI A. (2005): «Emotion and Reason in Making Decision». *Science*, 310, 1624-1625.
- SACHS, J. D. (2004): «Sustainable Development». *Science* 304 (Editorial).
- SANFEY, A. G.; LOEWENSTEIN, G.; MCCLURE, S. M. y COHEN J. D. (2006): «Neuroeconomics: Cross-currents in Research on Decision-making». *Trends in*

- Cognitive Sciences*, 10, 108-116.
- ; RILLING, J. M.; ARONSON, J. A.; NYSTROM, L. E. y COHEN, J. D. (2003): «The Neural Basis of Economic Decision-making in the Ultimatum Game». *Science*, 300, 1755-1758.
- SASAKI, Y.; VANDUFFEL, W.; KNUTSEN, T.; TYLER, C. y TOOTELL, R. (2005): «Symmetry Activates Extrastriate Visual Cortex in Human and Nonhuman Primates». *PNAS*, 8, 3159-3163.
- SAVER, J. L. y RABIN, J. (1997): «The Neural Substrates of Religion Experience». *Journal Neuropsych. Cl. Neurosci.*, 9, 498-510.
- y DAMASIO, A. R. (1991): «Preserved Access and Processing of Social Knowledge in a Patient with Acquired Sociopathy Due to Ventromedial Frontal Damage». *Neuropsychologie*, 29, 1241-1249.
- SAXE, R., y KANWISHER, N. (2003): «People Thinking about Thinking People. The Role of the Temporo-parietal Junction in “Theory of Mind”». *Neuroimage*, 19, 1835-1842.
- SCHRODINGER, E. (1951): *Science and Humanism: Physics in our Time*. Cambridge, Cambridge University Press.
- SCOTT, S. K.; YOUNG, A. W.; CALDER, A. J., y HELLAWELL, D. J. (1997): «Impaired Auditory Recognitions of Fear and Anger Following Bilateral Amygdala Lesion». *Nature*, 385, 254-257.
- SHEPHERD, G. M.; MISKI, J. S.; HEALY, M. D.; SINGER, M. S., SKONFOS, E.; HINES, M. S.; NADKARNI, P. M., y MILLER, P. L. (1998): «The Human Brain Project: Neuroinformatics Tools for Integrating Searching and Modelling Multidisciplinary Neuroscience Data». *TINS*, 21, 460-467 (1998).
- SHERMER, M. (2006): «Believing in Belief». *Science*, 311, 471-472.
- SIMON, H. A. (1967): «Motivational and Emotional Controls of Cognition», *Psychological Review*, 74, 29-39.
- (1990): «A Mechanism for Social Selection and Successful Altruism». *Science*, 250, 1665-1668.
- SINGER, T.; SEYMOUR, B.; O'DOHERTY, J. P.; STEPHAN, K. E.; DOLAN, R. J. y FRITH, CH. D. (2006): «Empathic Neural Responses Are Modulated by the Perceived Fairness of Others». *Nature*, 439, 466-469.
- SNOW, P. C. (1998): *The Two Cultures*. Cambridge University Press.
- SUGRUE, L. P.; CORRADO, G. S., y NEWSOME, W. T. (2004). «Matching Behaviour and the Representation of Value in the Parietal Cortex». *Science*, 304, 1782-1787.
- SUGRUE, L. P., CORRADO, G. S. y NEWSOME, W. T. (2005): «Choosing the Greater of two Goods: Neural Currencies for Valuation and Decision Making». *Nature Neuroscience*, 6, 363-375.
- SWANSON, L. W. (2000): «What is the Brain?». *TINS*, 23, 519-527.
- SYMONS, D. (1979): *The Evolution of Human Sexuality*. Oxford University Press, Oxford.
- TOMASELLO, M. (2000): *The Culture Origins of Human Cognition*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

- TOMLIN, D.; KAYALI, M. A.; KING-CASAS, B.; ANEN, C.; CAMERER, C. F.; QUARTZ, S. R. y MONTAGUE, P. R. (2006): «Agent-specific Responses in the Cingulate Cortex During Economic Exchanges». *Science*, 312, 1047-1050.
- TONG, F. (2003): «Out-of-body Experiences: from Penfield to Present». *Trends in Cognitive Science*, 7, 104-106.
- TONONI, G. y EDELMAN, G. M. (1998): «Consciousness and Complexity». *Science*, 282, 1846-1851.
- y EDELMAN, G. M. (2000): «Schizophrenia and the Mechanisms of Conscious Integration». *Brain Research Reviews*, 31, 391-400.
- TSAO, D. Y.; FREIWALD, W. A.; TOOTELL, R. B. H. y LIVINGSTONE, M. S. (2006): «A Cortical Region Consisting Entirely of Face-selective Cells». *Science*, 311, 670-674.
- VARIAN, H. R. (1992): *Microeconomic Analysis*. W. W. Norton & Co.
- VITRUVIO (2004): *Los diez libros de Arquitectura*. Alianza Editorial, Madrid.
- VOGEL, G. (1999): «Chimps in the Wild Show Stirrings of Culture». *Science*, 284, 2070-2073.
- WAAL, F. B. M. (1999): «Cultural Primatology Comes to Age». *Nature*, 399, 635-636.
- (2001): *Tree of Origin: What Primate Behavior Can Tell us about Human Social Evolution*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- (2001): *The Ape and the Sushi Master. Cultural Reflexions from a Primatology*. The Penguin Press, Londres.
- (2005): «How Animals do Business». *Scientific American*, abril, 55-61.
- WHITEN, A.; GOODALL, J.; MCGREW, W. C.; NISHIDAS, T.; REYNOLDS, V.; SUGIYAMA, Y.; TUTIN, C. E. G.; WRANGHAN, R. W. y BOESCH, C. (1999): «Cultures in Chimpanzees». *Nature*, 399, 682-685.
- WILLIAMS, Z. M.; BUSH, G.; RAUCH, S. L.; COSGROVE, G. R. y ESKANDAR, E. N. (2004): «Human Anterior Cingulate Neurons and the Integration of Monetary Reward with Motor Responses». *Nature Neuroscience* (On Line Doi:10.1038/nn1354).
- WILSON, E. O. (1978): *On Human Nature*. Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts.
- (1998): *Consilience. The Unity of Knowledge*. Alfred A. Knopf, Nueva York.
- WINSTON, J. S.; STRANGE, B. A.; O'DOHERTY, J. y DOLAN, R. J. (2002): «Automatic and Intentional Brain Responses During Evaluation of Trustworthiness of Faces». *Nature Neuroscience*, 5, 277-283.
- WITTKOWER, R. (2002): *Los fundamentos de la arquitectura en la edad del Humanismo*. Alianza Editorial, Madrid.
- WOLPE, P. R. (2004): «Ethics and Social Policy in Research on the Neuroscience of Human Sexuality». *Nature Neuroscience*, 7, 1031-1033.
- ZEKI, S. (1999): *Inner Vision: An Exploration of Art and the Brain*. Oxford University Press.
- (1999): «Art and the Brain». *Journal of Consciousness Studies*, 6, 76-96.
- (2001): «Artistic Creativity and the Brain». *Science*, 293, 51-52.
- (2002): «Trying to Make Sense of Art». *Nature*, 418, 918-919.

- (2004): «Esplendores y miserias del cerebro». En F. Mora (ed.), *Esplendores y miserias del cerebro*. FSCH, Madrid.
- (2004): «Formación del concepto neural del arte: Dante, Miguel Ángel y Wagner». En F. Mora (ed.), *Esplendores y miserias del cerebro*. FSCH, Madrid.
- (2004): «Neural Correlates of Beauty». *Journal of Neuroscience*, 91, 1699-1705.
- y GOODENOUGH, O. (2006): *Law and the Brain*. Oxford University Press, Oxford.
- ZIMMER, C. (2005): «The Neurobiology of the Self». *Scientific American*, noviembre, 65-71.

Edición en formato digital: 2014

© Francisco Mora Teruel, 2007
© Alianza Editorial, S. A. Madrid, 2014
Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15
28027 Madrid
alianzaeditorial@anaya.es

ISBN ebook: 978-84-206-8940-1

Está prohibida la reproducción total o parcial de este libro electrónico, su transmisión, su descarga, su descompilación, su tratamiento informático, su almacenamiento o introducción en cualquier sistema de repositorio y recuperación, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, conocido o por inventar, sin el permiso expreso escrito de los titulares del Copyright.

Conversión a formato digital: calmagráfica

www.alianzaeditorial.es

Índice

Prólogo	8
Introducción. ¿Hacia una nueva cultura?	10
¿Qué es cultura?	10
Barreras doradas	12
¿Qué es neurocultura?	13
Disciplinas «neuro»	15
Algunas preguntas	17
El cerebro de los niños japoneses	18
¿Un nuevo ciclo de cultura?	19
Capítulo 1. Neurociencia y humanidades	21
Frío, caliente y humano	21
Neuronas, valores y normas	22
Ciencia y humanismo	23
Volvamos a la neurociencia	24
Algunas leyes del cerebro	24
Un árbol universal	26
Desterrando sombras de magia y misterio	28
Capítulo 2. Neurofilosofía	30
Introduciendo la neurofilosofía	30
Pero, ¿qué es la neurofilosofía?	32
Neurofilosofía: mirando hacia atrás	32
Neurofilosofía: mirando hacia delante	35
El suntuoso y magnífico enigma	36
Cerebro y concepción religiosa	39
Neuroteología	40
Resumiendo con David Hume	42
Capítulo 3. Neuroética	45
Antropoides éticos	46
¿Qué es neuroética?	47
Levantando el vuelo	48
Vitaminas para el cerebro	49
La neurociencia de la ética	50

Ubicando las piezas del puzle	51
Emociones y sentimientos morales	53
¿Qué decisión tomaría usted?	55
Mirando a los códigos del cerebro	56
Haciendo resumen	57
Capítulo 4. Neurosociología	58
¿Qué es neurosociología?	59
Sociedad y complejidad	59
La cara triste de un niño	60
Intuyendo lo que otros piensan	62
Pensando mal de ti	63
Una sociedad de 130 individuos	64
Imágenes, decodificación y muchas preguntas	65
Neurociencia y derecho	65
Y más sobre neurociencia y derecho	68
Neurocientíficos, reglas y juristas	69
Intimidad y justicia	70
Capítulo 5. Neuroeconomía	73
Predicciones, intuiciones, decisiones y matemáticas	73
¿Qué es la neuroeconomía?	74
El ser humano racional	75
Limitando la racionalidad	76
Sistemas de medida y decisiones	76
Placeres y dolores	78
Pero ¿cómo puede la neurociencia ayudar a la economía?	79
Eligiendo entre dos posibilidades	79
Riesgo e incertidumbre	81
La paradoja de San Petersburgo	83
Fobias, miedos y juegos arriesgados	84
El equilibrio de Nash	86
El juego del ultimátum	87
Jugando y prediciendo resultados	88
La hormona de la confianza	90
Empresarios y minorías	91
Valores, elecciones y un final	92

Capítulo 6. Neuroarte	93
Misterioso y luminoso	93
Arte y belleza	94
Pero, ¿qué es neuroarte?	95
Arte, contemplación y placer	96
Genialidad y creatividad	97
Creatividad y locura	98
Mirando hacia atrás y hacia delante	99
Tres atributos del arte	100
Leyes de la expresión artística	101
Detectando gacelas simétricas	101
Neuronas, arte y simetría	103
Notre Dame y la Última cena de Da Vinci	104
Neuroarquitectura. Espacios por fuera, espacios por dentro	105
La inaudible música del Universo	106
Epílogo. Mirando al futuro con incertidumbre	107
Eros, tánatos y códigos	107
Profecías y profetas	109
Neuronas simples y neuronas complejas	110
El cerebro, una máquina causal	111
¿Robotizando al ser humano?	112
Una lengua y una ética universales	113
¿Hacia dónde va la humanidad?	115
Glosario	117
Bibliografía	127
Créditos	138