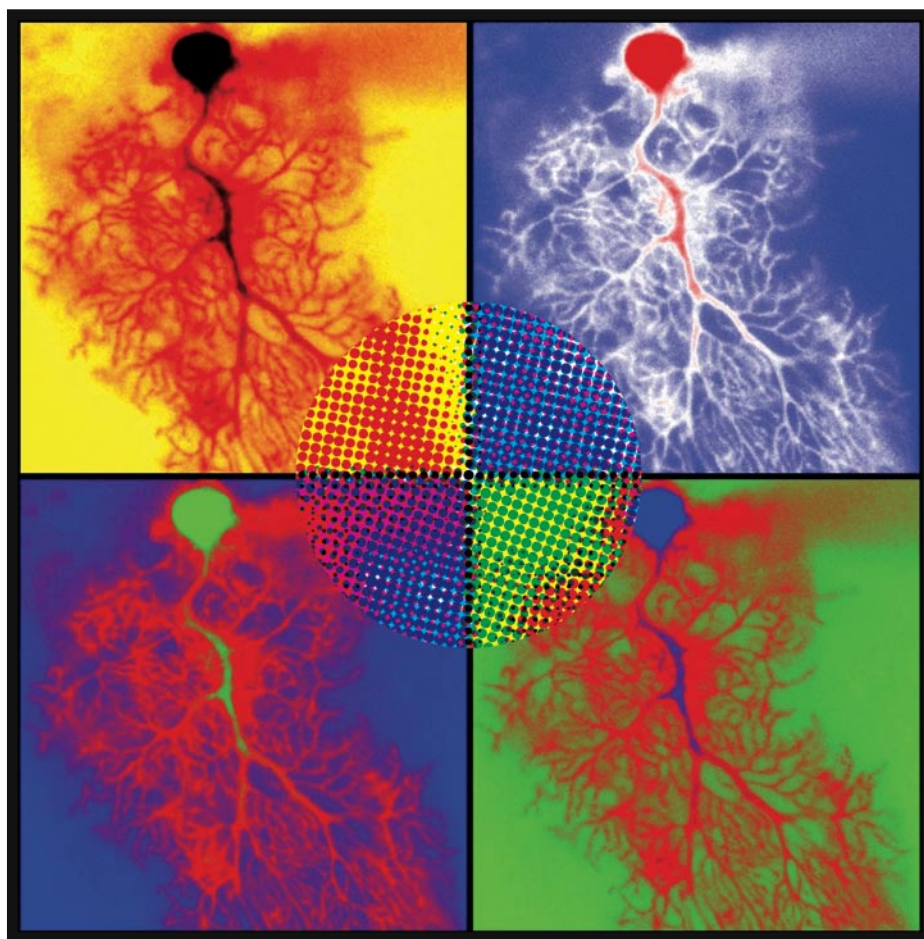


La nueva del cere



Para Luis Estrada, con admiración y agradecimiento

Los científicos que estudian el funcionamiento del cerebro cuentan hoy en día con técnicas que les permiten visualizar la actividad de ese órgano cuando el individuo realiza distintas acciones. Estas técnicas los han llevado a cambiar radicalmente sus ideas acerca de la organización del cerebro.

visión

CEREBRO



Alicia García Bergua

HASTA HACE RELATIVAMENTE poco, los científicos que estudiaban el cerebro suponían que la corteza cerebral —la capa exterior del cerebro, donde se llevan a cabo las funciones cerebrales complejas como la memoria, la atención, la conciencia y el lenguaje— se podía dividir en zonas bien definidas, correspondientes a las distintas funciones: una zona para el lenguaje, otra para la conciencia, otra para la percepción visual... sin intersección ni traslape. Se daba por sentado que las funciones superiores como la conciencia y el aprendizaje operaban independientemente de las regiones cerebrales encargadas, por ejemplo, del movimiento de los músculos o las respuestas emocionales instintivas. Las investigaciones de los últimos 10 años, empero, indican que las zonas del cerebro no están tan delimitadas y que actúan simultáneamente. La racionalidad y la capacidad de conocimiento que caracterizan a nuestra especie resultan de la actividad integrada de la totalidad de nuestro cerebro.

Historia de una taza

Por ejemplo, según la visión anterior de la organización del cerebro, cuando tomabas una taza la información visual de su

posición y su forma pasaba de las zonas posteriores de la corteza cerebral, donde se operaba la percepción, a la corteza frontal, sede del pensamiento racional y las decisiones. Allí se integraba la información para planear los movimientos musculares necesarios para tomar la taza. Una vez llevados a cabo estos procesos, se daba la orden a la corteza motora, que controla los movimientos musculares. Y después de todo eso, ya tenías la taza en la mano. ¿O no?

Desde hace muchos años Giacomo Rizzolatti, director del Departamento de Neurociencia de la Universidad de Parma y su equipo de investigadores, han realizado estudios sobre qué sistemas de neuronas intervienen en cada movimiento. Y se dieron cuenta que hay un tipo de neuronas motoras frontales que contribuyen activamente a crear una respuesta veloz y simultánea a la información que estamos recibiendo del medio ambiente en cada momento. Es decir, estas neuronas no tienen un papel pasivo, sino ejecutor en las acciones. Por ejemplo, ahora se sabe que para que nuestra mano pueda simplemente tomar la taza, necesita de un mecanismo capaz de traducir la información sensorial que recibe en la forma en que los dedos la

agarrarán. Muchos tendrían la impresión de que el primer proceso sigue al segundo, pero gracias a la investigación actual sobre las neuronas de la corteza motora del cerebro se sabe que ambos son simultáneos.

Espejos en el cerebro

En otros estudios, realizados en los años 90, Rizzolatti y sus colaboradores descubrieron por casualidad un tipo de neuronas motoras con un comportamiento inesperado. Los científicos italianos estaban estudiando una región de la corteza motora de los monos macacos que controla los movimientos de las manos. Sus aparatos les permitían registrar la actividad de neuronas individuales. Cuando el mono tomaba comida para llevársela a la boca, la neurona se activaba de cierta manera, lo que se manifestaba como un patrón de impulsos eléctricos. Entonces los investigadores se dieron cuenta de que las neuronas de los monos se activaban de la misma manera ¡cuando veían a uno de los científicos tomar comida y llevársela a la boca! Luego de descartar otras posibilidades, Rizzolatti y sus colaboradores concluyeron que esas neuronas servían para representar acciones en el cerebro del

mono, sin importar si el animal era el agente o sólo testigo de la acción.

Rizzolatti y su equipo llamaron *neuronas espejo* a estas células cerebrales y las encontraron también en el cerebro humano. Las neuronas espejo proporcionan una representación interna de las acciones, tanto propias como ajenas, y son responsables de comportamientos como el reconocimiento y la imitación. También podrían estar detrás de la empatía (la capacidad de representarse vívidamente lo que sienten los demás, tanto física como emocionalmente) y quizá incluso de nuestra capacidad de imitar sonidos. De ahí a concluir que intervienen en la adquisición del lenguaje hay sólo un paso.

Imitación y comunicación

En los años 50 el lingüista estadounidense Noam Chomsky postuló una teoría para explicar por qué los niños aprenden a hablar tan rápido pese a lo insuficiente que es el estímulo que proporciona el entorno. Chomsky propuso que todos los idiomas del mundo cumplen una especie de gramática universal, una serie de reglas tan generales, que se aplican a todas las lenguas. Los niños no tienen que aprender esta gramática universal; la traen programada en el cerebro por la evolución. Aprender una lengua específica se reduce simplemente a ajustar ciertos parámetros de la gramática universal. Al niño le bastan un par de años de recibir ejemplos para dominar su lengua materna. Esto ha generado la idea de que el lenguaje no es consecuencia de la comunicación a lo largo de generaciones, sino un comportamiento instintivo parecido al de construir un nido en las aves. La arquitectura del nido es un

Cómo se comunican las neuronas



Los neurotransmisores son sustancias que liberan las neuronas para comunicarse entre sí. Por ejemplo, el neurotransmisor llamado dopamina está dentro de las neuronas en unas pequeñas bolsas o vesículas que se hallan en el extremo de la célula, llamado axón. Cuando una de estas bolsas obtiene una señal eléctrica que proviene por ejemplo del hecho de que el dueño del cerebro está comiendo chocolate, transporta la dopamina a la pared celular y la libera dentro de la sinapsis, el espacio donde el axón de una neurona hace contacto con otra neurona. Cuando el neurotransmisor es liberado en la sinapsis y otras neuronas reciben el mensaje, se transmite esa sensación generalizada de placer que provoca el chocolate.

Los neurotransmisores se producen constantemente en el citoplasma de las neuronas y se almacenan en las vesículas del botón presináptico. De ahí son liberados por el impulso eléctrico. Actúan en un receptor específico en la membrana postsináptica y son metabolizados por enzimas.

saber innato, igual que la estructura de los lenguajes humanos.

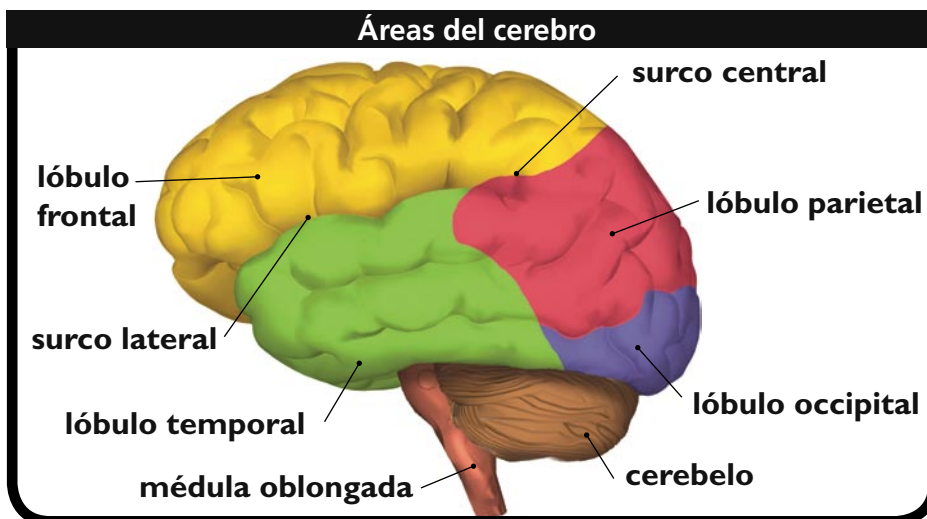
En años más recientes, el psicólogo canadiense Steven Pinker ha tomado la idea de Chomsky como base de su estudio de la adquisición del lenguaje en los niños. Pinker tituló su libro, en el que da fundamentos experimentales al modelo de Chomsky, *El instinto del lenguaje*. La existencia de un instinto del lenguaje se constata, por ejemplo, en los lenguajes de señas que han surgido espontáneamente en

comunidades de sordomudos aisladas del resto del mundo. En esas comunidades, los sordomudos han desarrollado en un par de generaciones sistemas de signos manuales con todas las características de los lenguajes hablados (de hecho, el lenguaje de señas de un país por lo general no se parece ni remotamente a su lenguaje hablado). Esto y los estudios de fósiles humanos, así como de anatomía comparativa entre el aparato fonético de primates y humanos, llevó a que el lenguaje se empezara a estudiar no sólo como un producto de la mente, sino como una actividad física. Los científicos empezaron a entender que el lenguaje depende mucho de las neuronas de la corteza cerebral que controlan los músculos, en particular la respiración.

Los primates, y especialmente los humanos, tenemos un control relativamente fino de las manos y los dedos, así como de los músculos de la cara, lo que se debe a que existe una conexión directa entre la corteza motora y los músculos que controlan estas partes del cuerpo. En los humanos los alcances de la corteza motora se extienden a un grupo de neuronas motoras conocidas como *núcleo ambiguo*, que controla el movimiento de la laringe, y otro que controla los músculos costales que intervienen en la respiración. Como los otros primates carecen de estas conexiones, se cree que nuestra especie las adquirió por evolución en épocas relativamente recientes.

Te acompaño en tu dolor (o en tu placer)

En el cerebro humano el sistema de neuronas espejo está más extendido que en el de los monos. Las neuronas espejo de las personas son capaces, además, de identificar la intención de una acción a partir del contexto en que se lleva a cabo esta acción, como demuestra otro experimento de Rizzolatti y sus colaboradores, junto con el equipo de Marco Iacoboni, de la Universidad de California en Los Ángeles. Los investigadores registraron la actividad de las neuronas espejo de personas a las que les mostraron varias películas breves: en una de ellas, una mano tomaba una taza, en otras dos se veía una mesa dispuesta para tomar el té y la misma mesa después del té; finalmente, en otras se veía la mano tomar la taza en estos dos contextos (antes del té y después del té). El equipo observó que las neuronas espejo de los participantes mostraban más activi-



Ilustraciones: Raúl Cruz

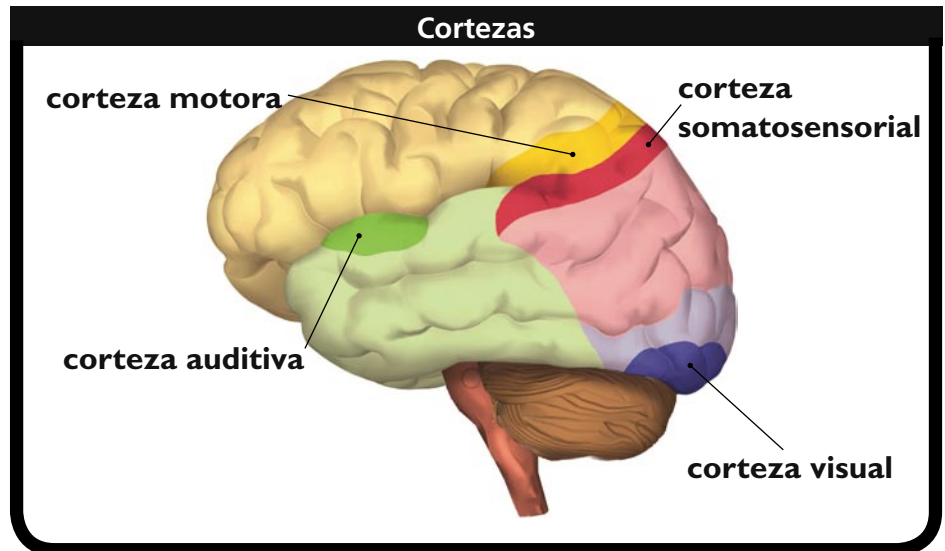
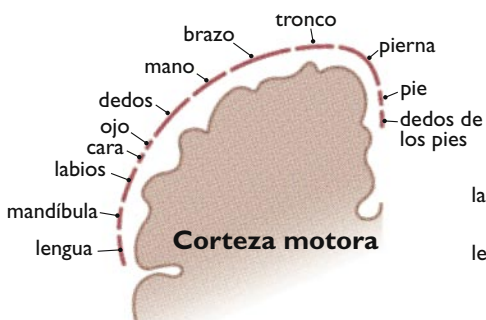
dad cuando la mano se llevaba la taza de la mesa dispuesta para el té y menos cuando se la llevaba de la mesa sucia. Esto sugiere que las neuronas espejo distinguen entre levantar la taza para beber el contenido y levantarla para limpiar la mesa, quizá porque beber es la intención más inmediata y frecuente. El sistema de neuronas espejo, al parecer, nos permite descifrar las intenciones de los demás, aunque esto no depende solamente de ellas, sino de muchos otros factores, como la memoria, la experiencia y las creencias, por ejemplo.

La función representativa de las neuronas espejo podría explicar por qué nos emocionamos al ver un partido de fútbol o una obra de teatro. En efecto, estas neuronas participan en nuestra capacidad de entender las emociones de los demás. Para explorar esta idea, Rizzolatti colaboró con un equipo francés en unos experimentos en los que se sometía a los participantes a un olor desagradable y se registraba su actividad cerebral. La actividad era similar en las personas que experimentaban la sensación de asco y en las que sólo veían a otros hacer expresiones de asco.

El director de teatro inglés Peter Brook considera que el descubrimiento de la función de las neuronas espejo en las personas explica un fenómeno conocido por la gente de teatro desde la antigüedad: la *catarsis*, mediante la cual nuestros sentidos y percepciones entran en resonancia con aquéllos de los actores, haciendo que nos identifiquemos con la situación dramática que están representando. Por todo esto a las neuronas espejo también se les conoce como neuronas de la empatía, aunque ésta tampoco depende sólo del sistema de neuronas espejo.

El cerebro moral

Gran parte de las interacciones humanas depende de nuestra capacidad de entender y



compartir las emociones ajenas. Pero sentir empatía con las emociones de los demás no nos conduce necesariamente a reaccionar como ellos, pues nuestras relaciones emotivas son muy complejas.

En junio del año pasado, la revista *Science & Vie* publicó un reportaje sobre las investigaciones psicológicas y neurobiológicas de la ética. En esas investigaciones participaron personas normales y personas con diversas lesiones en la corteza cerebral. Los investigadores les proponían a los participantes una situación cuyo desenlace dependía de una decisión ética. Por ejemplo, ésta: imagínate que vas en un barco que se incendia; ya en el bote salvavidas, resulta que éste es demasiado pequeño y amenaza con hundirse. A bordo de este bote va también un pasajero herido de muerte en el incendio. Ese pasajero no tiene salvación. Si lo echan al agua, se salvarán todos los demás. ¿Tú qué harías? En experimentos similares, el psicólogo cognitivo Joshua Greene observó que la mayoría de los participantes optaba por no hacer nada. La intensa emoción de ser el causante directo de la muerte de otra persona es más fuerte

que la razón, que indica que la otra opción es la correcta. No obstante, en otros experimentos realizados por el neurobiólogo Antonio Damasio, los psicólogos y biólogos evolucionistas Michael Koenigs y Marc D. Hauser encontraron que había sujetos que optaban por el sacrificio de la víctima. Estas personas mostraron también una sensibilidad menor que la normal a emociones como la compasión, la vergüenza y la culpa. Su capacidad de razonar con lógica, empero, no estaba afectada. La conclusión de estos investigadores es que en nuestro cerebro hay zonas encargadas de elaborar juicios morales y que éstas dependen de la organización cerebral de las emociones. La aversión al sufrimiento ajeno es innata en las personas.

Esta aversión natural al sufrimiento de otros no es el único elemento importante de este sentido moral innato. Otros estudios llevados a cabo en la Universidad de Princeton indican que estamos predispuestos a otro comportamiento esencial: el sentimiento de equidad. El descubrimiento de la predisposición innata a la equidad se obtuvo a partir de las imágenes cerebrales de resonancia magnética de dos personas jugando a un juego llamado *Ultimátum*. En el juego, un sujeto A le propone a otro B dividirse cierta suma de dinero. Si B acepta la propuesta, los dos sujetos se embolsarán las partes decididas por A. Si B rehúsa, ambos se quedan sin dinero. Los experimentos muestran que en la mayoría de los casos el sujeto B rehúsa las transacciones en las que A se queda con una tajada mayor, y eso pese a darse cuenta racionalmente de que, por desigual que sea la distribución, B ganaría

algo de cualquier modo. Esto indica que la indignación por la propuesta inequitativa de A —es decir, la respuesta emocional— es más fuerte que el cálculo racional de las ganancias.

Marc D. Hauser, hoy codirector del programa “Mente, cerebro y comportamiento” en la Universidad de Harvard, señala que este descubrimiento de la relación entre el sentido moral y las emociones es muy significativo porque las emociones son mecanismos seleccionados por la evolución que permiten a los individuos reaccionar a situaciones que comprometen su supervivencia (por ejemplo, reaccionar con indignación cuando alguien trata de engañarnos). En su libro *Moral Minds* (“Mentes morales”), Hauser intenta postular una teoría de la moral similar a la de Pinker para el lenguaje: el sentido moral, sugiere Hauser, también es innato en las personas. Y ya hay investigadores que lo están buscando en los primates superiores.

Si esto se confirma, entonces nuestro cerebro está programado para sentir aversión por el sufrimiento ajeno, o incluso el de los animales, sin importar de qué cultura seamos. Estas emociones son las fuerzas fundamentales de la vida social humana.

Razón y emoción

Antonio Damasio, en su libro *Looking for Spinoza* (“Buscando a Spinoza”), señala que las emociones son nuestra manera de reaccionar al ambiente, mientras que los sentimientos son la construcción racional, muchas veces expresada lingüísticamente, que hacemos de ellas para comunicarlas. Las recientes investigaciones sobre la

mente y el cerebro nos hacen ver cada vez más que la división entre razón y emoción es artificial, y de allí proviene, según Marc D. Hauser en *Moral Minds*, nuestra imposibilidad de resolver los dilemas morales usando sólo la razón. Un dilema moral muy actual es, por ejemplo, el que plantea el poder prolongar la vida humana gracias a la medicina, incluso la de un enfermo terminal, aunque su sufrimiento sea muy grande. Por un lado, está el sentimiento de aversión al sufrimiento de un semejante, que todos compartimos, y por otro está el deber moral de los médicos, impuesto racionalmente, de conservar la vida del paciente a como dé lugar. Pero, como dice Marc D. Hauser, cuando el enfermo y sus familiares deciden interrumpir el tratamiento, la decisión es de tipo moral emocional y está determinada más por la circunstancia que por las reglas que los médicos se impongan. En la mayoría de las decisiones morales que tomamos hay un ingrediente emocional que se ajusta a la circunstancia y nos permite enfrentarla. El comportamiento ético depende de la sensibilidad a las emociones.

Animales sociales

Toda esta visión del cerebro humano que está surgiendo de las nuevas investigaciones nos confirma algo que ya se había pensado: al igual que nuestros antecesores y parientes en la evolución, somos animales sociales y nuestro cerebro está en gran medida configurado para relacionarnos con nuestros semejantes de una manera muy compleja y para transmitir a nuestros descendientes muchísima información de todo tipo. El sistema de comunicación que hemos desa-

De la mutación al lenguaje



Según el investigador Michael Corballis, de la Universidad de Auckland de Nueva Zelanda, dado el fuerte papel de la gesticulación manual y del rostro en el habla, y la mutación, de hace poco más de 100 000 años, del

gen FOXP2, que afecta al lenguaje y la capacidad de articularlo, el habla autónoma de las manos y el rostro no fue completamente desarrollada hasta una explosión cultural que comenzó hace 50 000 años. El sistema de las neuronas espejo seguramente evolucionó, según Corballis, para el control de las manos y del rostro, y es posible que este sistema fuera bastante tardío en la evolución homínida. Hablar fonéticamente se volvió preferible porque liberaba las manos. Subsisten todavía lenguajes de señas ancestrales en las tribus africanas y amazónicas que refuerzan también esta hipótesis. Aunque si en efecto se confirma que los neandertales hablaban, como recientemente se acaba de sugerir, esta tesis podría caer por los suelos.

rollado a partir de nuestra biología —que es básicamente el lenguaje ordinario— y toda la memoria acumulada y retransmitida de una generación a otra, hacen posible que tú estés leyendo estas páginas que nosotros escribimos. La forma y la evolución específica del cerebro de homínidos como nosotros da lugar a relaciones sociales muy refinadas en las que las razones y las emociones se mezclan de maneras muy diversas. Es posible que los escritores estemos indagando desinteresadamente, al escribir poemas, relatos y novelas, sobre esta mezcla de pasiones y razones que impulsan al animal humano a actuar; y que nuestra voluntad y libre albedrío resulten algo más complicado que seguir las prescripciones éticas o saber lo que se debe o lo que no se debe hacer. 🙄

Agradezco las observaciones del doctor Eduardo Thomas a la primera versión de este artículo y la colaboración de Sergio de Régules en su redacción final.

Alicia García Bergua es asesora de *¿Cómo ves?*; editora y colaboradora del sitio cienciorama.unam.mx; poeta y ensayista. También ha escrito cuentos y obras de teatro. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Creadores.

Áreas del lenguaje

