

La raíz del miedo

Por Rodrigo Pérez Ortega

¿Es posible vivir sin miedo? ¿Es recomendable? ¿Qué nos dice la neurobiología sobre esta emoción?

Los circuitos cerebrales del miedo

Una de las emociones más estudiadas es el miedo, ya que se ha conservado evolutivamente como mecanismo de defensa frente al peligro inminente. Sin esta emoción, cruzaríamos la calle sin inquietarnos, jugaríamos con tiburones y habría más personas intentando desafiar la gravedad. En el curso de la evolución, los organismos que tuvieron miedo ante diversas situaciones fueron los que sobrevivieron y dejaron descendencia. Con la transmisión de sus genes de padres a hijos por muchas generaciones, se llevó a cabo la selección de esta emoción como indispensable para la sobrevivencia de la especie.

La respuesta de miedo empieza con un estímulo específico que puede ser ver una serpiente o una araña, enfrentar un auditorio lleno de gente, oír un ruido

Las emociones han moldeado al ser humano y han dejado huella en obras de arte, descubrimientos científicos, logros tecnológicos y conflictos bélicos. Todos los días las experimentamos y rigen nuestras personalidades. Muchos filósofos a lo largo de la historia de Occidente se han preguntado qué son las emociones y cuál es su función, sin embargo fue hasta el siglo XIX cuando Charles Darwin propuso una teoría evolutiva de las emociones en su libro *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*, en el que plantea que éstas

son universales en los seres humanos y en muchas otras especies. De hecho, Darwin determina en su estudio que las emociones tienen un papel evolutivo, pues son esenciales para la comunicación y la sobrevivencia del individuo. Pese a que ya se sabía desde hacía bastante que las emociones son estados mentales que surgen de nuestro cerebro, el estudio de sus bases neurológicas y anatómicas por varios neurocientíficos prominentes como Antonio Damasio, de la Universidad del Sur de California, y Joseph E. LeDoux, de la Universidad de Nueva York, es reciente.

misterioso en la noche. Pensemos en una situación particular: por ejemplo, caminamos por una vereda y vemos una serpiente a pocos metros. ¿Cuáles serían nuestras respuestas fisiológicas? Al principio, la información visual —la imagen de la serpiente— que se genera en nuestras retinas viaja por el nervio óptico pasando por el cerebro medio hasta el tálamo. Las vías neurales del tálamo dan lugar a representaciones burdas del mundo exterior, que por ser tan simples son rápidas. Después la información semiprocesada viaja a la amígdala, la parte del cerebro que está directamente implicada en la expresión de las emociones y que funciona como un detector de peligro. Al activarse la amígdala se inicia la expresión fisiológica del miedo: aumentan el ritmo cardíaco, la respiración y la transpiración, los músculos se tensan, el cuerpo se pone en estado de alerta y se prepara para tomar decisiones rápidas.

Mientras tanto el tálamo manda información a otras áreas, como la corteza visual, el hipocampo y la corteza prefrontal, que tardan más tiempo en procesar e integrar la información. En la corteza visual se le da una representación más detallada y certera a la información y se interpreta conscientemente; es decir, en esta parte se crea la imagen de la serpiente. Posteriormente la imagen pasa al hipocampo, área donde se almacenan y se forman nuevos recuerdos; ahí se compara el estímulo con recuerdos contextuales almacenados previamente: desde la infancia nos enseñaron que las serpientes son venenosas y por lo tanto peligrosas. Finalmente, la información, más elaborada, se envía también a la amígdala.

Cada uno de estos pasos añade algunos milisegundos al intercambio de información neural, y este retraso puede llegar a ser determinante en una situación de peligro. Por esta razón la amígdala es la primera en recibir la información y se activa antes de que reconozcamos completamente el estímulo y ya sea que haya peligro o no. Un estudio publicado este año por investigadores de la Academia China de Ciencias sugiere que ni siquiera es necesario que la información visual pase por el tálamo, ya que la activación de neuronas en cierta área específica del

cerebro medio es suficiente para que se active la amígdala. Los humanos y los animales necesitamos que nuestros mecanismos de reacción al peligro se activen rápidamente, aunque no sea de manera muy organizada. Cualquier demora ante una posible amenaza podría ser más costosa que responder exageradamente a un estímulo que al final resulta benigno. De esto se podría inferir que nuestro cerebro percibe que hay un peligro incluso antes de que lo se-

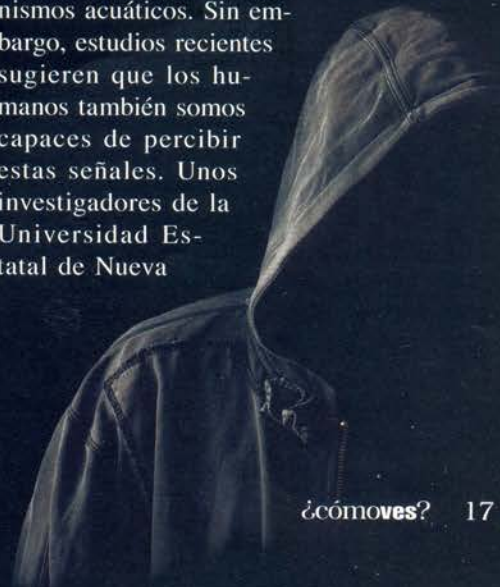
pamos conscientemente, y al principio sentimos miedo sin saber de qué. Por eso nos asustamos cuando un familiar o amigo nos espanta repentinamente en broma: nuestra reacción inmediata es protegernos y gritar, pero después nos percatamos de que se trata de alguien que conocemos y nos damos cuenta de que no hay peligro. “Las emociones o sentimientos son productos conscientes de procesos inconscientes”, dice LeDoux. “Las experiencias emocionales son el resultado de disparar sistemas de adaptación conductual que han sido preservados por la evolución”.

¿Pero qué pasa cuando nos damos cuenta de que quien nos asustó es un amigo o que en lugar de una serpiente hay una rama inmóvil en la vereda? Aquí interviene el funcionamiento de la corteza prefrontal, donde ocurre el razonamiento analítico. Su trabajo consiste en tomar decisiones y, si es necesario, apagar las emociones primitivas. Si finalmente no hay un peligro, la corteza prefrontal transmite a la amígdala señales que le indican que todo está sereno. La respuesta de miedo cesa.

¿Se puede contagiar el miedo?

No sólo nos asustamos cuando estamos en peligro, también podemos detectar si otras personas lo están. Por ser individuos sociales, las bases de nuestra civilización incluyen una gran comunicación entre nosotros, pero antes de que los humanos desarrolláramos el lenguaje, gran parte del entendimiento mutuo consistía en leer las emociones de los demás en sus expresiones faciales. Hay estudios que indican que la amígdala se activa mucho cuando una persona ve imágenes de rostros con expresión de miedo. En diciembre de 2004 un grupo de la Universidad de Wisconsin dirigido por Paul Whalen reportó en la revista *Science* que la amígdala se podía activar con sólo observar en otros humanos un incremento del área de la esclerótica, la parte blanca de los ojos. Varios otros estudios lo han confirmado desde entonces, incluso en bebés de siete meses de edad. Por otra parte, un estudio muy reciente encontró que los gritos humanos son especialmente capaces de activar la amígdala en comparación con otros sonidos humanos.

Otra forma muy cautivante de comunicación inconsciente que se ha encontrado son las feromonas. Éstas son compuestos químicos volátiles secretados en el sudor y otros fluidos, que se cree pueden influir en el comportamiento de otros individuos. Se han descubierto feromonas de alarma secretadas por un individuo al percatarse de una amenaza con el fin de alertar a otros de su especie. Este tipo de feromonas son bastante comunes en insectos, plantas y organismos acuáticos. Sin embargo, estudios recientes sugieren que los humanos también somos capaces de percibir estas señales. Unos investigadores de la Universidad Estatal de Nueva





York en Stony Brook dirigidos por Lillianne Mujica-Parodi recolectaron sudor de individuos mientras corrían o practicaban *skydiving* por primera vez —una actividad que sin duda causa miedo— y posteriormente le dieron a oler el sudor a unos voluntarios mientras les escaneaban el cerebro. Las amígdalas de las personas que olieron el sudor de los individuos que realizaron *skydiving* se activó, mientras que los que olieron el sudor de los que sólo corrieron no presentaron ningún cambio en esta región. Aunque la habilidad de los humanos de detectar las feromonas todavía está en duda, estas investigaciones sugieren que podemos detectar las emociones de otras personas, aunque sea de una manera no convencional.

Hay, sin embargo, otras formas de transmitir el miedo. En 2014 un equipo de investigadores se preguntó si era posible heredarlo. Para probar esto sometieron a un grupo de ratones a una forma especial de condicionamiento: al presentarles un aroma específico se les administró un choque eléctrico. Con el tiempo los ratones asociaron el olor con el choque y presentaban una respuesta de miedo al olor, aun cuando no se daba el choque. Después cruzaron estos ratones y encontraron que sorprendentemente, la segunda y tercera generación de ratones también mostraba una respuesta de miedo al olor original —y no a otros olores— sin nunca haber experimentado un choque eléctrico. Los investigadores descubrieron que en el esperma de los ratones el gen que codificaba el receptor para el olor específico había sufrido un cambio epigenético —una modificación química en una base del ADN— que se podía heredar de manera transgeneracional. Esto es importante porque significaría que las experiencias que nos han marcado a lo largo de nuestra vida podrían llegar a tener una influencia importante en la vida de nuestra descendencia.

Fotos: Shutterstock

Incluso hay estudios que sugieren que existe la posibilidad de que las tendencias a desarrollar trastornos de ansiedad se hereden genéticamente.

Recuerdos especiales

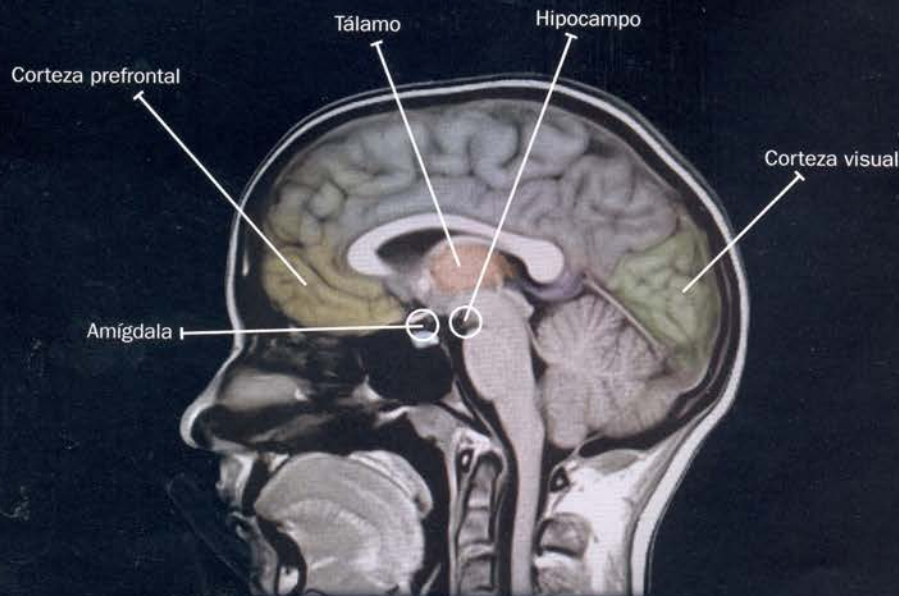
A excepción de algunos estímulos específicos que invocan un miedo innato —como el miedo a las alturas, a las serpientes y a las arañas—, muchos de los miedos humanos son respuestas condicionadas que resultan de un aprendizaje previo. Así, se podría considerar el miedo como un recuerdo emocional. Este tipo de recuerdos suelen ser duraderos y estables. Es por eso que una persona puede llegar a sentirse tensa, ansiosa e incluso deprimida cuando tiene un recuerdo emocional.

El estudio del miedo como algo almacenado en la memoria ha permitido a los científicos avanzar muy rápido en su entendimiento. Así fue como se descubrieron las áreas cerebrales fundamentales para la expresión del miedo. Estudios en roedores y en pacientes humanos demostraron que la activación de la amígdala es esencial para el miedo y otros recuerdos emocionales. La amígdala almacena pero no es la única región implicada en estos recuerdos (como se verá más adelante). Si bien es un componente clave, otras regiones como la corteza y el hipocampo también son importantes.

En 1920 el psicólogo estadounidense John Watson realizó un experimento que

causó controversia. El sujeto de estudio fue un niño de 11 meses de edad conocido como Little Albert, quien no les tenía miedo a los roedores. Cada vez que Albert acariciaba una rata blanca, Watson y su asistente reproducían un ruido estruendoso detrás de él. Después de varias repeticiones, el pequeño Albert asoció a la rata blanca con una sensación de miedo. Después del proceso, el niño no sólo les tenía pavor a las ratas blancas, sino que su miedo se generalizó y ahora les temía también a otros animales blancos y suaves, e incluso a la barba de Santa Claus. Este experimento carente de ética mostró que podemos aprender a tener miedo a una gama increíblemente amplia de estímulos y que estos miedos pueden ser irracionales. Quizá por eso hay un sinnúmero de fobias, que se definen como un miedo persistente, intenso e irracional a un estímulo que no representa peligro alguno.

Hoy en día millones de personas padecen fobias y otros trastornos mentales que causan una respuesta de miedo incontrolable, como los trastornos de ansiedad, de pánico y de estrés posttraumático. Pero si los recuerdos emocionales son tan fuertes y persistentes, ¿se pueden eliminar? Por el momento no se ha encontrado ninguna manera eficaz de hacerlo, pero sí se han desarrollado terapias y medicamentos que pueden disminuir el miedo que sufren quienes padecen estos trastornos. Las terapias buscan crear un nuevo recuerdo “seguro”



relacionado con el estímulo que causa el miedo que al cabo del tiempo opaque el recuerdo original y lo extinga. Pero los recuerdos emocionales son complicados y siempre cabe la posibilidad de que resurjan en el futuro.

Actualmente se buscan medicamentos que ayuden a acelerar el proceso de extinción. Uno de ellos es el antibiótico D-cicloserina (usado para tratar la tuberculosis) que altera la comunicación neuroquímica. Otros compuestos prometedores en el tratamiento de los trastornos de miedo son las drogas alucinógenas, como el MDMA (mejor conocido como éxtasis), el ácido lisérgico (o LSD) y la psicibina, que es el compuesto activo que se encuentra en los hongos alucinógenos. Incluso se estudia el uso de la realidad virtual como posible terapia para tratar el trastorno de estrés posttraumático en soldados. Asimismo, se ha demostrado que implantar electrodos en la amígdala y en la corteza prefrontal es una terapia eficaz.

Una vida sin miedo

Si bien la ciencia aún no ha encontrado la manera de erradicar los miedos y las fobias, existen personas que simplemente no conocen esta emoción.

A principios de los años 90, una joven mujer se acercó un día al neurocientífico Antonio Damasio. Ella había ido previamente al hospital porque tenía síncope, pero todo lo demás parecía normal. Sin embargo, algo extrañó a Damasio: la mujer invadía constantemente el espacio personal, lo que es inusual en la cultura estadounidense. A partir de éste y otros detalles, Damasio y sus colaboradores emprendieron varios estudios, llegando así a una conclusión muy interesante: la

paciente no sentía el miedo. Esta

condición es resultado de una enfermedad congénita recesiva, llamada enfermedad de Urbach-Wiethe. Sólo unas 400 personas la padecen. Entre sus síntomas comunes se encuentra la formación de depósitos de calcio en algunas partes del cerebro, particularmente en la amígdala. En el caso de esta paciente las amígdalas estaban completamente calcificadas, por lo que le era biológicamente imposible generar una respuesta de miedo.

A lo largo de los años, varios investigadores han expuesto a esta paciente a situaciones que en una persona normal inducirían miedo: en ninguna prueba ha mostrado señales de espanto ni nada por el estilo. Damasio en una ocasión le pidió que dibujara rostros con diferentes expresiones. Ella dibujó correctamente todas las expresiones, pero al llegar al miedo, se notó confundida y no pudo imaginarse una expresión para esta emoción. Incluso le cuesta trabajo leer esta emoción en la expresión facial de las demás personas. Cuando se le pregunta qué es el miedo, después de titubear dice que no tiene idea.

La única vez que vagamente recuerda haber experimentado una ligera sensación de miedo fue cuando era niña, durante una salida a pescar con su padre, antes de que la enfermedad le calcificara las amígdalas. Y solamente en otra ocasión los investigadores lograron que experimentara una sensación de miedo. En un estudio reportado en 2010 por el neuropsicólogo Justin Feinstein, de la Universidad de Iowa, se les pidió a tres pacientes con la enfermedad de Urbach-Wiethe, entre ellos la paciente de Damasio, y a 12 individuos sanos que inhalaran una con-

MÁS INFORMACIÓN

- Tovar Bihórquez, José Oliverio y Feggy Ostrosky-Shejet, *Mentes criminales ¿eligen el mal?: estudios de cómo se genera el juicio moral*, Manual Moderno, México, 2013.
- Ostrosky, Feggy y Alicia Velez, "Neurobiología de las emociones", *Revista Neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, enero-junio 2013, Vol. 13, No. 1, pp. 1-13: http://neurociencias.udea.edu.co/revista/PDF/REVNEURO_vol13_num1_4.pdf

centración no letal de CO₂ para simular una situación de sofocación. Para su sorpresa, los pacientes con la enfermedad reaccionaron inmediatamente con una sensación de miedo, incluso más que los individuos normales. Cuando le pidieron a la paciente de Damasio que describiera su experiencia, respondió "que sintió pánico, más que nada, porque no sabía qué demonios estaba pasando". Los participantes con la enfermedad describieron el sentimiento como el peor que habían experimentado y se mostraron sorprendidos. El sentimiento era totalmente nuevo para ellos. Los resultados de este estudio son importantes porque muestran que, aún cuando la amígdala es necesaria para sentir miedo en la mayoría de las situaciones de peligro, no es indispensable en todas. O sea que hay otras regiones del cerebro que permiten reaccionar cuando la vida está en peligro.

La temeridad de esta mujer la ha llevado a ser una persona abierta y amigable, lo que en muchas ocasiones es benéfico, pero en otras, bastante perjudicial. En una ocasión un hombre la amenazó con un cuchillo en un parque y ella no sólo no se asustó, sino que lo enfrentó. Le han apuntado con una pistola dos veces y su primer esposo casi la mató a golpes. Sin embargo, nunca se ha sentido amenazada. Para Damasio la condición de esta paciente no es un problema demasiado grave, porque considera que aún cuando ella no siente miedo, su sentido común la guía la mayoría de las veces a un comportamiento adecuado. Es inevitable preguntarse si esta mujer lleva una vida feliz. "Hay días en los que me siento en la cima del mundo, y otros en los que puedo estar triste, pero nueve de cada 10 días me siento feliz", responde. 🐱

Rodrigo Pérez Ortega es tesista de la licenciatura en Investigación Biomédica Básica de la UNAM; es devoto de las neurociencias y disfruta mucho de la divulgación y del periodismo científico. Cree firmemente que un país sin ciencia es un país sin futuro y por eso pone su granito de arena cuando puede.