



orgasmo. Puede que desempeñe también un papel en la saciedad sexual y social.

La vasopresina, por su parte, es esencial para el embarazo y también se han relacionado sus niveles altos con el comportamiento sexual masculino.

#### V. Actividades

1. Pedir a los alumnos que elaboren un glosario con todos los términos que no conozcan de la lectura y hagan con ellos un mapa conceptual. Al menos 15 para que sea significativo el ejercicio.

2. Investigar la estructura química de dos ejemplos de neurotransmisores (oxitocina y vasopresina incluidas) y ver semejanzas y diferencias de las moléculas y los grupos funcionales y tipos de estructuras que presentan.
3. Investigar si la oxitocina y la vasopresina son sustancias que los médicos administran a sus pacientes y con qué propósito terapéutico lo hacen. Elaborar una hipótesis del papel bioquímico que desempeñan en el tratamiento de las personas que la reciben.
4. Llevar a cabo un debate sobre los experimentos con animales (mamíferos) y con humanos, sus semejanzas, sus diferencias y los aspectos éticos que conlleva la investigación científica basada en el uso de especies vivas.

#### VI. Bibliografía

- Pasantes, Herminia, *De neuronas, emociones y motivaciones*, Col. La ciencia para todos, Fondo de cultura económica, México, 1997.
- Kolb y Whishaw, *Fundamentos de neuropsicología humana*, Editorial Labor, Barcelona, 1986.
- Ratey, John, *El cerebro: manual de instrucciones*, Mondadori, Madrid, 2002.

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.

presina en la sangre y en el sistema límbico durante el acto sexual.

Algunos investigadores tienen la impresión de que hay una tercera fase del amor romántico: el desapego. El modelo animal es el del pájaro que abandona el nido. Los seres humanos se separan o se divorcian. Puede que esta fase se deba a una sensación excesiva de seguridad. Los receptores cerebrales de las endorfinas del apego quizá vayan perdiendo sensibilidad, pero está claro que no todas las parejas experimentan esta fase.

#### IV. El papel de la oxitocina y la vasopresina

Las hormonas son esenciales para el sentimiento y la expresión del amor romántico (como todos sabemos a partir de la pubertad). Se ha visto que las hormonas femeninas, el estradiol y la progesterona, contribuyen al interés sexual de las mujeres. Un pico en el nivel de la testosterona de una mujer, en la ovulación, está correlacionado con un interés sexual incrementado.

Las hormonas oxitocina y vasopresina que produce la glándula pituitaria en el cerebro, se han asociado al embarazo y al dar el pecho en las mujeres, y son importantes para la actividad sexual de ambos sexos. La oxitocina hace en las mujeres que los conductos de la leche del pecho se contraigan, con lo que la leche sale y el bebé puede mamar. Se ha observado que además causa la contracción de los músculos lisos tanto en machos como en hembras y que se segrega en ambos sexos durante el



Por: Rosa María Catalá | De: Gertrudis Uruchurtu  
Diciembre 2009 | No. 133, p. 30

#### Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, como un complemento a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

#### I. Relación con los temarios del Bachillerato UNAM

Esta guía y el artículo de referencia pueden utilizarlos maestros de química, biología y ciencias de la salud. La asignatura de psicología también resulta cercana a los contenidos, sobre todo para propiciar debates sobre la postura estrictamente "bioquímica" de los afectos y la postura de aprendizaje de los mismos, que puede entenderse desde distintas corrientes psicoanalíticas.

#### II. Más información: los neurotransmisores

Antes de dar a leer a los alumnos el artículo de referencia, es importante que tengan claro

el contexto y la temática de los experimentos y descripciones del artículo. Es fundamental que se haga esto desde el conocimiento disciplinar actual guiado por la maestra o maestro, de manera que pueda compararse lo que se sabe o enseña tradicionalmente en los programas con los nuevos descubrimientos que plantea el artículo. Por lo mismo, a continuación presentamos la información mínima que se considera indispensable para abordar el artículo, tomada del libro *De neuronas, emociones y motivaciones*, en el que Herminia Pasantes nos ofrece un panorama muy completo y a un nivel de divulgación apropiado para los alumnos de bachillerato. Pueden, por supuesto, utilizarse también libros de texto más formales sobre estos temas, presentes en las bibliotecas del centro de estudio.

#### Los transmisores químicos, interlocutores de la comunicación neuronal

A principios de este siglo se iniciaron las investigaciones que poco a poco han ido esclareciendo el complicadísimo proceso de la comunicación entre las células nerviosas, es decir, de las neuronas. El descubrimiento de que esta comunicación se lleva a cabo mediante sustancias químicas parte de los años 30, con la demostración del papel de la acetilcolina en la contracción del corazón, experimento que

llevó a cabo el alemán Otto Loewi con ranas. De esos tiempos a la actualidad se han aislado y estudiado muchos otros neurotransmisores.

Los transmisores químicos, como también se conoce a estas sustancias, consisten en moléculas con estructuras que van desde sencillas hasta complejas. Considerando el número enorme de contactos que se establecen entre las neuronas, es sorprendente que sólo se necesite un número pequeño de moléculas para transmitir los cientos de miles de mensajes entre ellas.

Algunos de estos neurotransmisores, como la acetilcolina, participan sobre todo en las funciones motoras. La acetilcolina es el transmisor de las órdenes que las neuronas dan a los músculos voluntarios, pero también interviene en los procesos de la memoria. Otro transmisor del que hemos hablado antes en las guías de *¿Cómo ves?*, la dopamina, al parecer interviene en el origen de trastornos mentales muy graves como la esquizofrenia. También participa en las alteraciones motoras que se observan en los enfermos de Parkinson.

Los neurotransmisores pueden clasificarse, desde el punto de vista de su estructura, en tres grandes grupos: los aminoácidos, las aminas y los péptidos (ver tabla). Todos ellos parecen intervenir en el origen y control de las emociones, aunque de algunos de ellos sabemos más que de otros.

### Ejemplos de neurotransmisores de distintos tipos

AMINOÁCIDOS	AMINAS	PÉPTIDOS
Ácido aspártico	Dopamina	Met-enkefalina
Ácido glutámico	Norepinefrina	Leu-enkefalina
Glicina	Serotonina	Beta-endorfina
GABA		Oxitocina
Ácido cisteico		Vasopresina

En la sinapsis, las neuronas se comunican entre sí y con glándulas, músculos y otros órganos del cuerpo liberando las pequeñas cantidades de neurotransmisores sobre los receptores de las neuronas u órganos sobre

los que realizan sinapsis. Para identificar una sustancia química como neurotransmisor, ésta debe satisfacer una serie de pruebas:

1. Se muestra que la sustancia química está presente en las terminaciones.
2. Se muestra que es liberada cuando se activa la neurona.
3. Si se coloca la sustancia química sobre el órgano inervado, se imita el efecto de la estimulación nerviosa.
4. Existe una sustancia química o un mecanismo de captación en el área del espacio sináptico para inactivar el neurotransmisor.
5. Si se coloca una sustancia en el espacio sináptico que destruya o inactive el neurotransmisor, deberán bloquearse los efectos de la estimulación nerviosa.

### III. Más información: las hormonas y el comportamiento social

Con respecto a los aspectos de la relación de los neurotransmisores con el comportamiento social, es indispensable recordar el extraordinario caso de Phineas Gage, un trabajador ferroviario inglés que en el siglo XIX sobrevivió a un accidente en el que una barra de hierro le atravesó el cráneo. Aunque no murió, e incluso volvió a trabajar, con el tiempo sufrió un completo cambio de personalidad; de ser un tranquilo y laborioso trabajador se convirtió en un truhán irresponsable e irreverente a

quien se comparaba a menudo con una bestia insensible carente de sentido social o moral. Muchos años después, varios científicos averiguaron (por medio de una imagen tridimensional del cerebro de Gage reconstruida por técnicas computacionales a partir de unas fotos para evaluar las posibles lesiones cerebrales) que las regiones que más probablemente afectó el accidente fueron las porciones medioventrales de los lóbulos frontales, conocidas por ser

importantes para la toma de decisiones. Esta área es también el conducto por donde la información emocional procedente del sistema límbico entra en la corteza frontal. Ahí es donde nos volvemos conscientes de lo que sentimos;



es decir, obtenemos la comprensión, que es fundamental para que sintamos por nosotros mismos y tengamos empatía con otros. Al parecer, la lesión de Gage afectó su capacidad de elegir las opciones que habrían beneficiado su supervivencia social porque se le habría destruido el centro que capta las emociones y las razones.

En cuanto al papel de las sustancias bioquímicas, las hormonas, las drogas y hasta la comida afectan el comportamiento del cerebro social. Puede que no nos demos cuenta, pero tendemos a cambiar nuestro cerebro social todo el tiempo. Bebemos té y café, con los estimulantes que contienen, en las reuniones sociales es común aceptar una copa de vino o un tequila. Todos estos productos son drogas sutiles que ayudan al cerebro a funcionar más socialmente... hasta cierto punto. Las personas se sirven del alcohol y de otras sustancias adictivas como la marihuana para calmar su ansiedad y mejorar su estado de ánimo, su confianza en sí mismos y ante los demás. Se usa el chocolate, el té negro, el café y la nicotina para mejorar la atención con el fin de poder hacer más caso a los demás y ser mejores acompañantes sociales. En psiquiatría se utiliza el Prozac y otros inhibidores selectivos de la recaptación de las serotonina para tratar la depresión, el pánico y la ansiedad, y se obtiene el beneficio añadido de mejorar la confianza social de sí mismo del paciente.

A partir de los experimentos del artículo de referencia y otros que se realizan con diversos neurotransmisores, quizá pronto aprendamos a ajustar las hormonas y alterar los genes para modificar la función del cerebro social. Como ya se explicó en un artículo de *¿Cómo ves?* y en su guía del maestro (ver *Loco amor*, No. 123, febrero 2009), las investigaciones del cerebro se ocupan de las dos fases del amor romántico: atracción y apego. La atracción se relaciona con una sustancia que se asocia a las anfetaminas, la feniletilamina, pero no ahondaremos en ella en este momento.

Sí en cambio nos interesa lo que sucede en el apego, la segunda fase, la que se asocia con los sentimientos de calma y paz: una persona llega a estar segura de que la relación amorosa la respalda y la presencia de la amado o amada la conforta. Se ha observado que el cerebro, en esta etapa, aumenta su producción de endorfinas, que están relacionadas químicamente con la morfina. Y, como se lee en el artículo de referencia, los polipéptidos oxitocina y vasopresina desempeñan asimismo un papel en esta fase de la relación entre un macho y una hembra. El aumento de estas hormonas o un incremento en la sensibilidad de los receptores de estas hormonas en el momento en que nace un hijo pueden desencadenar el inicio de la fase de apego con la madre. Cuando los padres empiezan a cuidar a sus hijos, inauguran también una fase de su relación en la que se cuidan mutuamente. Hasta hace poco se especulaba y era sólo una teoría que estas hormonas tuvieran algo que ver, pero con la información reciente queda comprobado su papel indispensable en una buena relación parental. Los modelos directos con animales y los indirectos con humanos sobre las dos fases del enlace social —la atracción y el apego—, respaldan la teoría de que las emociones amorosas están programadas por la evolución. Algunas especies, como el ratón de campo mencionado en el artículo, se emparejan de por vida y se les ve abatidas fisiológicamente cuando se les separa de sus parejas. Otras exhiben la etapa de atracción mediante elaborados rituales de cortejo, pero puede que permanezcan con la pareja sólo desde la concepción al nacimiento de la cría. Los estudios en animales han hallado un aumento de los niveles de oxitocina y vaso-