

FEROMONAS



El arte, Fernand Khnopff, 1896.

Más allá del olfato

Miguel Rubio Godoy

SON SUSTANCIAS QUE
DESEMPEÑAN UN
PAPEL CENTRAL EN
LA TRANSMISIÓN DE
SEÑALES SEXUALES.
LA PREGUNTA ES
SI LOS HUMANOS
LAS PRODUCIMOS Y
LAS PERCIBIMOS.

TRAS SEGUIR varios kilómetros la estela de un aroma inexplicablemente atractivo, el macho de la polilla de la seda, *Bombyx mori*, encuentra sobre las hojas de la morera una hembra dispuesta a aparearse. La localizó gracias a que sus antenas tienen un gran número de receptores olfativos muy sensibles y no le cuesta trabajo remontar el caudal de olores atrayentes hasta llegar a su fuente. Las hembras de su especie sólo liberan el llamativo aroma cuando buscan aparearse. Ya Charles Darwin, en su clásico libro de 1874, *El origen del hombre*, había mencionado que el olor de las hembras era un poderoso atrayente para los sementales elefantes, cabras y venados. Hoy sabemos que ese incitante aroma que enloquece a los machos de varias especies es una feromona.

Las feromonas son sustancias, generalmente volátiles, que emite un organismo para enviar señales a otros individuos de la misma especie. Y aunque también

tienen otras funciones, desempeñan un papel central en la transmisión de señales sexuales. Al igual que la polilla de la seda, el oso polar macho encuentra en la nívea inmensidad del Ártico hembras sexualmente disponibles siguiendo el rastro oloroso que ellas van dejando sobre el hielo cuando secretan feromonas a través de las patas. También los machos producen sustancias que atraen a las hembras. Por ejemplo, antiguamente los pescadores colocaban jaulas con lampreas macho para atraer a las hembras y mejorar la captura.

Cuando los individuos que se van a aparear están juntos aparecen otras feromonas que actúan a menor distancia y desencadenan los comportamientos del cortejo. Si todo marcha bien, se producirá la cópula. El “todo” que debe “marchar bien” abarca varios procesos, algunos de los cuales aún no se comprenden cabalmente. Aquí les platicaré varios de los aspectos que sí se conocen: qué composición química tienen

las feromonas, qué tipo de información transmiten, cómo lo hacen y de qué manera son percibidas.

Dime a qué hueles...

Todos los animales somos fábricas ambulantes de olores: la piel, las branquias, los pulmones, la orina, las heces, la saliva, el sudor, etc., producen o contienen sustancias olorosas. Algunas feromonas son moléculas sencillas, derivadas de los ácidos grasos, como la que desencadena la respuesta de búsqueda del pezón en las crías de los conejos, a las que la madre sólo alimenta cuatro minutos al día (las pobres no tienen literalmente ni un segundo que perder). Otras son complejas mezclas de compuestos, como las contenidas en la saliva de los jabalíes machos, que hacen a las hembras receptivas a la cópula (afortunados ellos, que logran aparearse con sólo babear ante un buen partido).

Como es bien sabido por quienes tienen perros o gatos macho en casa, éstos utilizan la orina para marcar su territorio. Lo que no es tan conocido es que en el chisguete va mucho más que la demarcación de una frontera. Por ejemplo, en la orina de los roedores machos, también conocidos por meones, se ha descubierto que hay información sobre su estatus social, su composición genética e inmunológica, y hasta su estado de salud. De hecho, se ha propuesto que el aroma que desprende un mamífero macho es el equivalente químico de la cola de un pavo real, pues manifiesta la aptitud del animal tanto a rivales como a parejas potenciales. Pero, a diferencia de las iridiscentes plumas, que se van junto con el galán, el mensaje químico de las feromonas es más persistente a pesar de que son compuestos volátiles. La explicación de este contrasentido es que estos compuestos volátiles son transportados en

los fluidos corporales por unas proteínas nodriza llamadas *lipocalinas*, que protegen y liberan las feromonas poco a poco, una vez que se ha secado el chisguete de orina, la gota de sudor u otra excreción corporal.

Estela odorífera

Cada animal tiene una identidad olfatoria (odortipo) propia, ya que no sólo emite un coctel único con diversas proporciones de sustancias volátiles y no volátiles, sino que además produce simultáneamente varias versiones de las lipocalinas que las transportan. La receta particular del olor de cada individuo es una suerte de código de barras olfativo.

En buena medida el odortipo de los roedores (el tipo de animales más estudiados al respecto) brinda información sobre su identidad individual y su estado de salud, pues está relacionado con el sistema corporal encargado precisamente de mantener estos dos aspectos esenciales de cada ser vivo: el sistema inmune. La inmunidad, en pocas palabras, consiste en preservar la integridad de un organismo y en destruir a los invasores (organismos, células u objetos ajenos al cuerpo). Para poder reconocer a los componentes propios, el sistema inmune les pone una serie de moléculas en la superficie, como banderitas de identificación. Estas moléculas son distintas en cada individuo y están codificadas por los genes

del llamado *complejo mayor de histocompatibilidad* (MHC, por sus siglas en inglés). Por ello, cuando en un organismo aparecen microbios o parásitos (que no tienen moléculas del MHC) o células y/o tejidos de otro animal aunque sea de la misma especie (que tienen moléculas MHC diferentes), el sistema inmune los reconoce como ajenos y los ataca. Todo esto es para decir que el MHC también ayuda a regular la producción de las sustancias olorosas que forman parte del odortipo de un organismo. La estela odorífera que un individuo deja tras de sí es tan característica como sus células y tejidos, y permite a los animales identificar a sus familiares, con quienes comparten una buena porción de los genes del MHC. También se sabe que las hembras prefieren aparearse con animales cuyo MHC sea distinto al suyo. Esto tiene sentido desde el punto de vista evolutivo, pues al procrear con un organismo genéticamente diferente a nosotros generamos diversidad, motor de la evolución y una de nuestras principales defensas contra los parásitos (véase “Un mundo de parásitos”, *¿Cómo ves?* No. 46).

Y aunque no se sabe bien cómo, el olor de un organismo (directamente o a través de sus excreciones) anuncia si está infectado o no. Lo cierto es que basta con que una hembra olisque la marca dejada por un ratón enfermo para que no quiera cruzarse con él, y para que los





machos tampoco se le acerquen, con lo que evitan contagiarse.

No dependen sólo del olfato

Las hembras y los machos de distintos mamíferos, desde los roedores hasta los primates, captan la señal de las feromonas al olisquear. Pero no las detectan por el olfato, sino por el órgano de Jacobson, u órgano vomeronasal (OVN), llamado así por el señor que lo describió y el sitio en que se localiza, cerca del hueso vómer de la cavidad nasal. El OVN es un tubo localizado en el septo nasal (separación central) de los mamíferos y comunicado —según la especie— con la cavidad nasal o bucal. A diferencia de los receptores olfativos de la nariz, el OVN no da directamente a la cavidad nasal, pues está rodeado de hueso y cartílago. Sin embargo, percibe las feromonas cuando son transportadas hasta él por la sangre de los vasos sanguíneos que lo rodean.

El flujo de estos vasos sanguíneos de la cavidad nasal se incrementa con la novedad, por ejemplo, cuando un animal olisquea una marca de orina. Pero los animales no sólo secretan feromonas en la orina. Hay evidencia de que los ratones lo hacen también por el rostro y por eso se olisquean. Una vez que el OVN recibe la feromona, manda directamente una señal al cerebro que desencadena un comportamiento dado. Entre los humanos no es muy frecuente escrutar la

orina del prójimo; pero en todas las culturas es común saludarse acercando la cara, y quizás parte del evidente gusto de nuestra especie por besar proviene de que permite un sabroso intercambio de feromonas...

¿Son importantes para nosotros?

Está muy arraigada la creencia de que los humanos somos completamente distintos a los animales, aunque desde luego somos también animales. Y uno de los aspectos en los que pretendemos ser distintos es en lo tocante a la selección de pareja y la reproducción. A favor de la postura de que escogemos

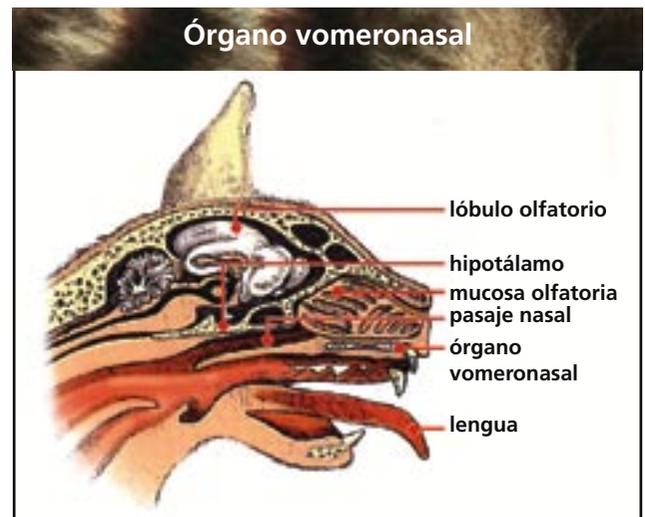
pareja con la cabeza y no con la nariz, se podría aducir que ni siquiera contamos con el equipo necesario para captar las feromonas: al parecer, para cuando nacemos el OVN es sólo un órgano vestigial, degenerado. En 1930 se afirmó que aunque tuviéramos un OVN funcional, en el cerebro no contamos con el núcleo necesario para percibir e interpretar sus señales. Y también hay evidencia de que los genes de los receptores vomeronasales son en realidad pseudogenes, secuencias que por mutaciones han acumulado tantos errores que ya no son funcionales. La genética indica, además, que los primates del viejo mundo —y por ende sus descendientes humanos— perdimos la capacidad de captar señales a través del OVN más o menos cuando apareció la visión tricromática hace 23 millones de años, justo antes de que en el tronco de los primates apareciera la rama de la superfamilia de los hominoides. Por cierto, nuestros primos, los monos del nuevo mundo, no tienen visión a color y muy probablemente perciben las feromonas mejor que nosotros, los *Homo sapiens* y los simios del viejo mundo.

Quizá para nosotros, animales predominantemente visuales, las señales olfativas no sean muy

importantes, pero tal vez sí. Más o menos recientemente, se reportó que sí tenemos unas pequeñísimas fosas, una en cada una de las narinas, pegadas al septo nasal. Los receptores de estas fosas se activan como locos cuando alguien olisquea ciertas sustancias que dice no oler (por ejemplo, algunas secreciones axilares), pero que le producen una plácida sensación de bienestar. Y hace poco también se descubrió que nuestro cerebro no carece de la región conectada al OVN, sino que simplemente no se había detectado pues está rodeada por la voluminosa corteza frontal. O sea que siempre sí tenemos el *hardware* necesario para captar feromonas. ¿Las captamos?

A los seres humanos ver a otra persona nos da amplia información sobre varias características, más o menos constantes: etnicidad, sexo, edad, identidad individual, etc. Pero otras características son más cambiantes, como el estado de ánimo, la salud o la predisposición de un individuo hacia nosotros. Basta comparar la lista de términos que empleamos para describir lo que vemos con la que usamos para lo que olemos para darnos cuenta del uso limitado que le damos a nuestro olfato. No obstante, es probable que la información que percibimos no esté limitada a lo visual. Aunque no hay mucha diferencia visible entre estar enfermo, deprimido o enojado, rara vez nos equivocamos al juzgar a nuestros interlocutores. ¿Será que, al igual que otros mamíferos, percibimos las feromonas que anuncian este tipo de información? ¿Y qué pasa con las señales sexuales, típicas de la comunicación por feromonas?

Se cree que en los humanos las feromonas las producirían las glándulas apocrinas,



Dejarse llevar por la nariz

Si bien los fabricantes de perfumes afirman que al usar sus productos aumenta nuestro atractivo sexual, la falta de las moléculas esenciales en sus pócimas desmiente su afirmación, aunque en las formulaciones más caras se usen feromonas de otros bichos, como el almizcle. Pero cuando sí se cuenta con la fórmula exacta que invita al sexo, los animales (sobre todo los machos), literalmente, se dejan (¿nos dejamos?) llevar por la nariz. Por ejemplo, las orquídeas producen feromonas de abejas y los alados jicotillos que se sienten atraídos por ellas no reparan en que, en vez de copular con Doña Blanca, están montando a una flor; que es justamente lo que la planta quiere, pues usa a los alados galanes como polinizadores. Y considerando que con la estimulación correcta es

difícil resistirse a la lujuria, se ha ideado emplear feromonas atrayentes para controlar plagas de roedores, insectos, crustáceos, parásitos... Así, hoy en día 20% de los viticultores de Suiza y Alemania protegen sus cultivos liberando en varios puntos del viñedo feromonas sintéticas de los bichos que pican las uvas. Al revolotear sin dirección en un mar de invitaciones los machos no encuentran a las hembras, que liberan feromonas en vano. También se han usado feromonas para atrapar plagas de langostas de río: una vez que los machos acuden al llamado del amor, los capturan en trampas. Y se estudia usar esta estrategia para combatir algunos parásitos de peces convenciénolos de abandonar su domicilio para entregarse a Eros, si es que éste existe entre ellos.

zpero no se ha demostrado químicamente su existencia. En la piel tenemos tres tipos principales de glándulas: sebáceas, ecrinas o sudoríparas y apocrinas. Las sebáceas secretan sebo, las sudoríparas sudor y se piensa que las apocrinas feromonas, pues empiezan a funcionar una vez alcanzada la pubertad, cuando comenzamos a interesarnos en el sexo opuesto.

Tenemos gran concentración de glándulas apocrinas en las manos, el rostro, las aureolas del pezón, el cuero cabelludo y otras regiones donde hay vello, como las axilas y el pubis. Es interesante que las glándulas de los hombres sean mayores y más activas que las de las mujeres. Quizá por eso los varones tendemos a ser más apuestos que las féminas, aunque en realidad las culpables del mal olor son las bacterias que descomponen nuestras secreciones y que intentamos mantener a raya con los desodorantes. Y es notable que entre las cosas que secretamos a través de las glándulas apocrinas se encuentren esteroides olorosos como la androsterona, que, según se sabe, modifica el comportamiento sexual de otros mamíferos. Esto emocionó a los buscadores de la feromona humana, y en 1986 aprovecharon que *National Geographic* emprendió una Encuesta Mundial de Olfato (los que ya estábamos por aquí en esa época recordamos las famosas planillas de rasca-huele...) para incluir a la androsterona entre los olores que se pedía a los participantes que catalogaran. Pero, ¡oh sorpesa!, resultó que este esteroide quedó en segundo lugar como el olor más desagradable, justo lo opuesto a lo que se hubiera pensado, por lo menos en el caso de las mujeres.

Con todo, aunque no se hayan encontrado sustancias que funjan como feromonas en los humanos, hay amplia evidencia de que sí somos capaces de detectarlas y responder a ellas. Por ejemplo, se sabe que cuando un grupo de mujeres convive cotidianamente, sus ciclos menstruales se sincronizan. Se piensa que las secreciones axilares son las responsables de esta sincronización y se plantea que a lo largo de la evolución se ha conservado el vello axilar y púbico precisamente porque funciona como aspersor de feromonas. También se ha demostrado que la actividad amorosa de mujeres maduras que se han rociado con un aerosol que contiene secreciones de axila de jovencita aumenta, pues los hombres buscan mucho más a éstas últimas. De hecho, este elixir de prolongación de la juventud, complemento idóneo del afamado Viagra, está en vías de patentarse.

Pero la prueba más contundente de que también nosotros nos enamoramos con la nariz son los experimentos realizados por el equipo del biólogo suizo Claus Wedekind. En ellos se reclutó a cerca de 100 estudiantes universitarios, más o menos la mitad hombres y la otra mitad mujeres. A los varones se les dio una camiseta de algodón para que durmieran con ella puesta dos noches seguidas. Durante el día y terminado el experimento, las camisetas se guardaron en una caja para que no se escapara su *bouquet*. A las mujeres se les pidió que usaran un aerosol para proteger su mucosa nasal, y cerca del día en que ovularon (cuando su sentido del olfato era más agudo), se les pidió que evaluaran qué tan agradable y sexy era el olor de

algunas de las camisetas de los hombres. Wedekind y su equipo encontraron que para las mujeres era más agradable y sexy el olor de los varones cuyo MHC era muy distinto del de ellas. Igual que en el caso de los ratones, las moléculas que regulan la inmunidad tenían que ser muy distintas.

También hay evidencia clínica de que es mejor que nuestra pareja no tenga el mismo perfil de MHC que nosotros: se sabe que muchas de las parejas que tienen problemas para concebir incluso después de la fertilización asistida, o que sufren de abortos frecuentes, comparten una buena proporción de genes MHC. Los investigadores suizos también encontraron que las mujeres que estaban tomando anticonceptivos, que le hacen creer al cuerpo que está embarazado, reportaron justamente lo opuesto: prefirieron los olores de los varones con perfiles de MHC más parecidos a los suyos y mencionaron que el aroma les recordaba a sus hermanos o a sus padres, lo cual tiene sentido si



en efecto el olor corporal humano está asociado al MHC.

Es probable que durante la gestación la mujer prefiera sentirse apoyada o protegida por sus familiares. Así las cosas, aunque todavía no se descubran formalmente las feromonas humanas, quizás sólo sea cuestión de tiempo. Es probable que la “química” entre dos personas, sea buena o mala, esté mediada por este lenguaje de aromas que apenas empezamos a comprender. 🐾

Miguel Rubio Godoy es licenciado en investigación biomédica básica por la UNAM y doctor en biología por la Universidad de Bristol, Inglaterra. Es investigador del Instituto de Ecología, A.C. y colaborador habitual de esta revista.