

FEROMONAS: LO QUE EL VIENTO SE LLEVÓ

Dulce María Delgadillo

Dulce María Delgadillo es licenciada en biología por la UNAM, maestra en ciencias del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) y doctora en ciencias por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (Cicata), ambos del IPN.

En el ambiente flotan olores que me recuerdan flores, maderas, miel, especias. Miro alrededor y no veo una fuente concreta de la que emanen; sólo hay personas. Van y vienen, se cruzan en mi camino y me dejan esa mezcla de sustancias. Todo esto me lleva a preguntar: ¿tienen un significado biológico los olores que despedimos? ¿Existe un estímulo para la secreción de esos compuestos y una respuesta fisiológica en quienes los perciben? Los perfumes ¿son empleados para ocultar o exaltar los olores propios?

A lo largo de su historia evolutiva los organismos animales han desarrollado estrategias de comunicación específicas para identificar y atraer a sus parejas. En la mayoría de las especies esta comunicación es parte fundamental para discernir el estatus de los individuos que conforman la comunidad. Este intercambio informativo involucra la emisión y detección de moléculas llamadas feromonas.

En 1959 Karlson y Lüscher estudiaban las formas “invisibles” de comunicación entre invertebrados y propusieron el vocablo feromona para definir aquella sustancia que un individuo secreta al medio que le rodea y es captada por otro de la misma especie, causándole una reacción específica; por



ejemplo determinando su comportamiento o induciendo algún proceso. La mayoría de las especies, desde organismos unicelulares hasta mamíferos, producen y emplean este tipo de compuestos químicos. Se sabe, por ejemplo, que un tipo de comunicación de célula a célula se realiza en cultivos bacterianos cuando éstos alcanzan una alta densidad. En estas condiciones las bacterias liberan sustancias que regulan la bioluminiscencia, la esporulación, el apareamiento y la expresión de factores de virulencia.

El primer compuesto químico identificado como feromona fue el bombykol, sustancia liberada por la hembra del gusano de seda *Bombix mori*, cuya función es atraer al macho e inducir el apareamiento. En invertebrados se han identificado un gran número de feromonas que actúan en la determinación de las características de comportamiento social como la delimitación territorial, la identificación de colonias específicas, la jerarquía social, el estado de los ciclos reproductivos y los rituales de apareamiento. De hecho algunas de las sustancias identificadas han sido incorporadas en productos empleados en trampas para atrapar insectos nocivos.

En los vertebrados las feromonas se encargan de regular los mecanismos neuroendocrinos fundamentales para definir el comportamiento del animal, ya que participan en procesos de señalización social, intervienen en la fertilidad —pues

median la atracción sexual y la reproducción— y pueden determinar el desarrollo vital de algún miembro del grupo. ¿De dónde emanan las feromonas de los vertebrados? Se derivan de diversas fuentes y se secretan a través de diferentes rutas, casi siempre asociadas a una adaptación anatómica para su deposición y a cambios en el comportamiento del animal que las percibe.

En los mamíferos una fuente importante de feromonas es la piel y las glándulas odoríferas. Un ejemplo es la glándula temporal del elefante, situada entre el ojo y el oído. El aliento y la saliva son otras fuentes de feromonas de este organismo. En roedores la orina y las secreciones del tracto reproductivo contienen feromonas que pueden ser modificadas por la acción de microorganismos y —modificadas o no— se combinan con moléculas acarreadoras que promueven la liberación lenta de los compuestos activos en el ambiente.

Pero ¿qué funciones tienen las feromonas en los mamíferos? Resultados derivados de estudios en animales de laboratorio han evidenciado que en poblaciones de ratones hembras conservadas en aislamiento y en ausencia de machos la liberación de feromonas en la orina induce un retraso de la fase de pubertad en las ratonas jóvenes. Al parecer es una medida de control poblacional, pues el periodo de reproducción se posterga. Cuando el estudio se extiende al efecto que tiene la presencia de los machos en la población de hembras

aisladas, se observa que la liberación de feromonas en la orina de los ratones al parecer induce la sincronización del periodo de estro y acelera la pubertad en las hembras.

Otro ejemplo del efecto de la acción de las feromonas en mamíferos se observa en monos de la especie *Callitrix jacchus*. Este primate sudamericano vive en grandes grupos y su reproducción está restringida a una sola hembra. El monopolio en la reproducción al parecer ocurre porque la dominante produce una mezcla de sustancias feromonales que, al ser captadas por el resto del grupo, provoca la supresión de la ovulación en las otras hembras.

En general las feromonas han sido clasificadas en cuatro grupos:

Cebadoras. Compuestos secretados por un individuo, que al ser captados por otro de la misma especie pueden modificar la liberación de sustancias endocrinas y neuroendocrinas del segundo. Este tipo se puede ejemplificar con la sincronización del ciclo de estro en las ratonas expuestas a la orina de los machos.

Señaladoras. Sustancias que pueden inducir un acercamiento o un rechazo entre dos o más individuos. Aquí cabrían los compuestos naturales que el hombre ha tratado de emular, como los perfumes y aromas que representan estímulos olfativos.

Moduladoras. Esencias secretadas por el organismo bajo una determinada situación emocional y en la que se involucran los cambios de humor.

Liberadoras. Las que están relacionadas con el comportamiento y la atracción sexual entre los individuos.

De manera paralela al descubrimiento del efecto de las feromonas en el comportamiento de los insectos y de muchos mamíferos, comenzó el estudio de las bases genéticas y la participación y el funcionamiento de las estructuras anatómicas implicadas en el proceso de captura, decodificación e interpretación de las señales dadas por estas sustancias químicas. Estudios anatómicos realizados en mamíferos han mostrado que estos organismos presentan dos sistemas quimiosensoriales independientes que en potencia son capaces de traducir la información feromonal en el cerebro: el sistema olfativo principal y el sistema vomeronasal.

El primero está conformado por el epitelio olfativo principal (MOE), en el que existen cilios receptores que responden a las señales químicas volátiles, incluyendo las feromonas. Las neuronas receptoras olfativas localizadas en el MOE captan los estímulos y los convierten en señales neuronales. Luego éstas son transmitidas vía el bulbo olfativo principal hacia las áreas corticales del cerebro.

Por otro lado, en el sistema vomeronasal las neuronas receptoras se localizan en el órgano vomeronasal (VNO) y se enlazan con el bulbo olfativo accesorio, el cual a su vez se conecta a la amígdala media (MeA). La MeA está interconectada con las células del fondo del núcleo de la estría terminal (BNST). Tanto la MeA como la BNST se proyectan hacia el hipotálamo participando de manera importante en el control de los eventos neuroendocrinos y en la regulación del comportamiento social y reproductivo.

Además de la separación anatómica los sistemas olfativo principal y el vomeronasal son diferentes a nivel de su organización molecular. Por ejemplo, se ha visto que los ratones tienen alrededor de mil receptores olfativos y unos 300 receptores vomeronasales. Ambos grupos muestran una baja homología entre ellos y un proceso o cascada de señalización diferente.

Al ser utilizadas las feromonas por muchas especies animales, ha sido de gran interés dilucidar si los seres humanos emplean estas sustancias como señales químicas sociales. Es decir, ¿el hombre y la mujer son emisores y receptores de feromonas? A pesar de los estudios realizados no existe una respuesta clara y contundente a esta pregunta. Se sabe que hay sustancias naturales en las zonas axilares de hombres y mujeres que son capaces de encender respuestas neuroendocrinas en las mujeres que se exponen a ellas. En particular, las feromonas producidas por un conjunto de mujeres que cohabitan en un mismo espacio inducen una alteración del inicio del ciclo preovulatorio de la hormona luteinizante (LH). Esto a su vez provoca la sincronización del ciclo menstrual en las mujeres que conforman el grupo. Al parecer también existen compuestos que modifican los cambios de humor en las personas.

Si los humanos son influenciados socialmente por las feromonas, ¿cómo captan estas sustancias? ¿Están implicados los sistemas olfativo y vomeronasal? En embriones se ha detectado la existencia de una estructura que se semeja mu-

cho al órgano vomeronasal, pero en el adulto sólo se ha encontrado una especie de fosa en la que existen células cuya estructura recuerda a las neuronas sensoriales. Más aún: en algunos estudios se han identificado células columnares que presentan microvellos, que funcionarían como quimiorreceptores. Sin embargo, en estas células no se han encontrado axones que las conecten con el cerebro. Si bien hay análisis anatómicos que indican que el sistema vomeronasal no es funcional en primates superiores, también tenemos evidencias que sugieren que diversos compuestos clasificados como feromonas pueden activar receptores vomeronasales en el humano y generar respuestas fisiológicas estereotipadas. Por lo tanto, cabría suponer que en el hombre la respuesta a las feromonas es mediada por el neuroepitelio olfativo más que por el VNO.

¿De dónde emanan los olores que despide la gente? La axila es la única fuente de sustancias olorosas, pues posee una alta densidad de glándulas sebáceas y apocrinas que secretan esteroides volátiles. Entre otras están la androstenona, el androstenol y la androstadienona, aunque la más abundante es el ácido (E)-3-metil-2-hexenoico (E-3M2H). La interacción de éstas con la microflora presente en la región axilar da como resultado una mezcla muy compleja de sustancias químicas volátiles y olorosas.

Se ha postulado que al parecer bajo determinadas circunstancias las mujeres pueden secretar feromonas a través de



vías diferentes a la axila. Esta hipótesis se planteó luego de que en un estudio realizado con ratas en periodo de lactancia se observó que secretan feromonas que alargan los ciclos reproductivos y ejercen cambios en el comportamiento de otras hembras expuestas a estas sustancias químicas.

En un estudio similar con mujeres durante la etapa de lactancia se encontró que, aunadas a las feromonas secretadas a través de las axilas, existen en la leche que producen (incluso en la saliva del bebé alimentado) ciertos compuestos que podrían clasificarse como feromonales. Su función parece estar relacionada con el reconocimiento de la madre hacia el hijo y viceversa. Además, se cree que pueden inducir cambios en el comportamiento de las personas que están cerca de la madre y el hijo.

Al parecer en las mujeres cercanas se exagera el instinto materno y de protección hacia el bebé (ambos procesos tal vez relacionados con una actividad neuroendocrina); en los hombres las reacciones caen más hacia el área psicológica que fisiológica. Sin embargo, la identificación de las sustancias producidas por la madre y el hijo así como de los mecanismos neuroendocrinos involucrados en su secreción no han sido dilucidados, por lo que hacen falta más estudios para definir la participación de este tipo de feromonas humanas en el comportamiento de los individuos.

Estudios como el que se acaba de describir constituyen un tema muy discutido entre los científicos. Las evidencias que sugieren que supuestas feromonas humanas alteran las respuestas hormonales de la ovulación y activan tanto áreas corticales e hipotalámicas del cerebro, estarían relacionadas con cambios psicológicos en las personas que las perciben. Y son quizás estas alteraciones las que inducen a la gente a usar determinados aromas o perfumes.

Puede ser que el gusto de hombres y mujeres por los olores artificiales se genere en algún resquicio subconsciente del nivel básico del comportamiento animal. Incluso la promoción de ciertos perfumes y lociones se asocia con animales salvajes, plantas o flores de aroma sutil. A pesar de lo interesante que resulta nuestra participación en un fenómeno de emanación y captura de sustancias feromonales, la pregunta sobre si la fisiología reproductiva y el comportamiento humano son afectados por las feromonas continúa igual que estas sustancias: en el aire. •