

Feromonas: olor y comunicación

Jorge Juárez Vea*

Alguien dijo alguna alguna vez, que una de las metas de la civilización occidental parecía ser la total desaparición del sentido del olfato; y algo de verdad hay en esto. En nuestra sociedad existe un afán, una lucha frenética por desaparecer los olores corporales o sociales; múltiples productos hacen de la industria del "olorcidio" una de las más florecientes.

Ya el omnipresente Freud notaba que la atenuación de las sensaciones olfativas se encuentra en las raíces de nuestra cultura; el factor social que nos aglutina se evidencia en una tendencia cultural a la limpieza y, en cierta forma, a concebir como ofensivo al individuo sucio.¹

La mayoría de los animales, en especial los mamíferos, como son nocturnos, emplean el sentido del olfato para orientarse, buscar alimento, pareja o rival. No obstante, el hombre civilizado no usa mayormente la nariz, cuando menos no para orientarse al caminar por la ciudad. Empero, "es concebible que en alguna otra parte, en otros mundos, existan otras civilizaciones que se comuniquen enteramente por medio del intercambio de sustancias químicas que se puedan oler o saborear. Por muy improba-

* Mapoteca, Instituto de Ciencias, UAP. Edificio Carolino, 4 Sur No. 104, 72000, Puebla, Pue.

¹ Sigmund Freud, *El malestar en la cultura (Aportaciones a la teoría onírica miscelánea)*, en *Obras completas*. XIX, Ed. Americana, Buenos Aires, 1944, pp. 55-56, nota.

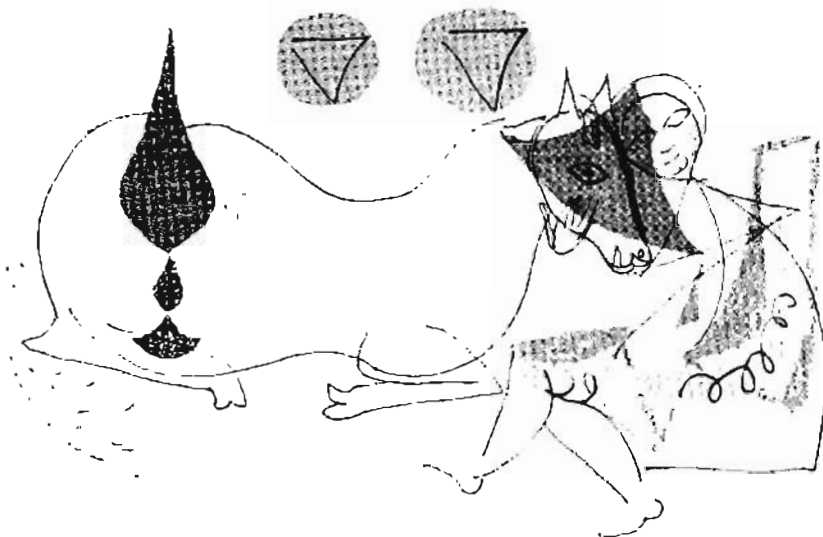
ble que parezca, no debe excluirse la posibilidad teórica".²

Cada vez se hace más evidente que los sistemas químicos proporcionan los medios predominantes de comunicación en muchas especies animales, quizá aun en la mayoría.³ A menudo es imposible distinguir entre olfato y gusto, sobre todo en los animales inferiores por lo que en los casos siguientes hablaremos de un sentido químico general.⁴

La importancia de este sentido químico para hallar y reconocer amigos, enemigos, parejas, descubrir alimento y bebida, para la orientación y el comportamiento territorial, es demasiado evidente y no requiere mayor comentario.

Los sistemas fisiológicos y de comportamiento en los animales, son en extremo complejos y necesitan la colaboración de múltiples elementos para su correcto funcionamiento; tomemos como ejemplo la actividad reproductora: los machos y las hembras se tienen que encontrar, lo que a veces es más complicado de lo que podría parecer en un principio; una vez que se han encontrado no deben enfrentarse con indiferencia, sino que deben entrar en un estado de excitación tal, que los lleve a la unión de sus células germinales asegurando la conservación de la especie. Toda esta actividad conlleva la concertación de sistemas químicos, motores, nerviosos, genéticos y metabólicos para su correcto desarrollo.

Desde el punto de vista del comportamiento, el sentido químico tiene una importancia fundamental. Se ha encontrado que mínimos



ajustes del comportamiento, especialmente en individuos de especies sociales o generalmente gregarias, dependen —con frecuencia en gran medida— de la liberación de sustancias químicas que ocasionan reacciones susceptibles de coordinación y guía de su comportamiento.⁵

Actualmente, conocemos muchos de los eslabones de la cadena que reúne a estas sustancias químicas en un sistema integrado y coordinado.

Las feromonas⁶ forman parte de este sistema coordinado de interrelación química; a diferencia de las hormonas que actúan dentro del animal que las produce, las feromonas actúan sobre otros miembros de la misma especie. Han sido llamadas "hormonas sociales" e incluyen sustancias responsables de muchos de los llamados comportamientos instintivos.⁷

Desde el punto de vista químico, las feromonas pertenecen a muy variados grupos de sustancias, aunque el conocimiento alcanzado ha llegado a un punto en el que se pueden establecer ciertas generalizaciones.

Parecen existir buenas razones para concluir que los atrayentes sexuales son compuestos entre 10 y 17 átomos de carbono, con un peso molecular entre 180 y 300 (datos de los actualmente hallados). Sólo compuestos de éste o mayor tamaño pueden cumplir los requisitos conocidos de los atrayentes sexuales: alta especificidad y gran potencia.

Los compuestos con menos de cinco átomos de carbono y con un peso molecular inferior a 100, no pueden combinarse para constituir una molécula distintiva. Parece conformar una regla, al menos entre los insectos, el que la potencia atractiva aumente con el peso molecular; en una serie de ésteres probados con moscas, la duplicación del peso molecular implicaba un aumento de eficiencia del orden de 10³. Por otra parte, la molécula no puede ser muy grande y compleja o será prohibitiva su síntesis por parte del animal. Otra limitación al tamaño estriba en la volatilidad

⁵ *Ibid.*

⁶ P. Karlson y M. Lüscher, "Pheromones: A new term for a class of biologically active substances", *Nature*, 1959, pp. 55-56. Primera aparición de la palabra feromona.

⁷ William S. Hoar, *Fisiología general y comparada*, Omega, Barcelona, 1978, 70 pp.

² Edward O. Wilson, "Feromonas", mayo de 1963, en *Selecciones del Scientific American*, Blume, Madrid, 1976, 145 pp.

³ *Ibid.*

⁴ Otto E. Lowenstein, *Los sentidos*, Fondo de Cultura Económica, México, 1980, pp. 194-195.

y por lo tanto en la difusibilidad, que disminuye al aumentar el tamaño, es decir su peso molecular.⁸

Por otra parte, y a primera vista, parece ser que otro tipo de sustancias como son las de alarma, tienden a tener un peso molecular inferior al de los atrayentes sexuales. Entre las sustancias de alarma de las hormigas existe poca especificidad. Al usarse dentro de la colonia no precisa de mucha potencia (el atrayente sexual debe actuar a grandes distancias). Dadas estas características, bastarán pequeñas moléculas para las sustancias de alarma (de siete conocidas en los insectos sociales, seis tienen menos de diez átomos de carbono y una, la dendrolamina, tiene quince átomos de carbono).⁹

El lenguaje de los sentidos químicos

Las feromonas pueden considerarse como una aproximación positiva al desarrollo de un lenguaje basado en los sentidos químicos. Estas sustancias odoríferas, elaboradas generalmente en las regiones oro-anal o urogenital de los animales, son compuestos peculiares y característicos de cada especie. Funcionalmente, podemos diferenciar dos categorías: las feromonas liberadoras inician modelos de conducta específicos, sirven como poderosos atrayentes sexuales, marcan territorios o pistas, provocan reacciones de alarma o la agregación de los individuos; las feromonas iniciadoras o cebadoras, disparan cambios metabólicos o fisiológicos,

⁸ Wilson, *op. cit.*, pp. 155.

⁹ Edward O. Wilson, "The social biology of ants", *Annual Review of Entomology*, 1963, vol. 8, pp. 345-368. Ver también: Ernest Scholffeniels, *El antiazar*, Luis Miracle Ed., Barcelona, 1977, pp. 119-121; Constantin Chararas, "Los insectos parásitos de los bosques", *Mundo científico*, junio de 1982, núm. 15, vol. 2, p. 620.

especialmente del sistema endocrino, generalmente asociados a la maduración sexual, al crecimiento o a la metamorfosis.¹⁰

Existen numerosos ejemplos en la literatura, lo que haría prolija y pesada una descripción detallada, razón por la que sólo contemplaremos algunas de las mismas en forma generalizada.¹¹

En los insectos sociales, abejas, avispas sociales, hormigas y termitas, las feromonas desempeñan un papel importante como reguladoras y coordinadoras de la composición y actividades de la población.¹²



Dichos insectos se comunican principalmente en el interior oscuro de sus nidos y poseen un avanza-

¹⁰ Hoar, *op. cit.*, p. 521.

¹¹ Hoar, pp. 521-524. Ver también: Karl Von Frisch, *En busca del enigma de la vida*, Plaza y Janés, Barcelona, 1970, edición especial para el Círculo de Lectores, pp. 107-108, 240-241, 245; Nico Tinbergen, *El estudio del instinto*, Siglo XIX, México, 1981, p. 91; Lowenstein, *op. cit.*, pp. 193-195; Ramón Margalef, *Ecología*, Omega, Barcelona, 1977, pp. 558-559; Peter Karlson, "Pheromones (ectohormones) in insects", *Annual review of entomology*, 1959, vol. 4, pp. 39-58; Claude A. Villee, *Biología*, Interamericana, México, 1983, pp. 500-501.

¹² Villee, *op. cit.*



do sistema de quimiorrecepción. Incluso en aquéllos que poseen sistemas de comunicación notablemente desarrollados, las investigaciones más profundas suelen revelar la existencia de una comunicación a base de feromonas.¹³

Una de las sustancias más curiosas, que podría llamarse feromona, es la que incita a las hormigas a sacar fuera de la colonia a los cadáveres y tirarlos al basurero. Esta sustancia que llamaremos "funeraria" actúa en cualquier otro animal que la lleve incluso si está vivo. Una hormiga viva untada de la "funeraria" es arrastrada al exterior y lanzada al basurero tantas veces como intente entrar a la colonia.¹⁴

Otras de las feromonas curiosas es una "feromona truco".¹⁵ Esta feromona la produce un escarabajo que puede vivir parasitariamente en una colonia de hormigas que normalmente rechaza a los intrusos. El escarabajo no se parece en nada a las hormigas pero al emitir la feromona "correcta" es alimentado como si fuera miembro de la colonia.

¹³ Wilson, "Feromonas". . . , p. 148.

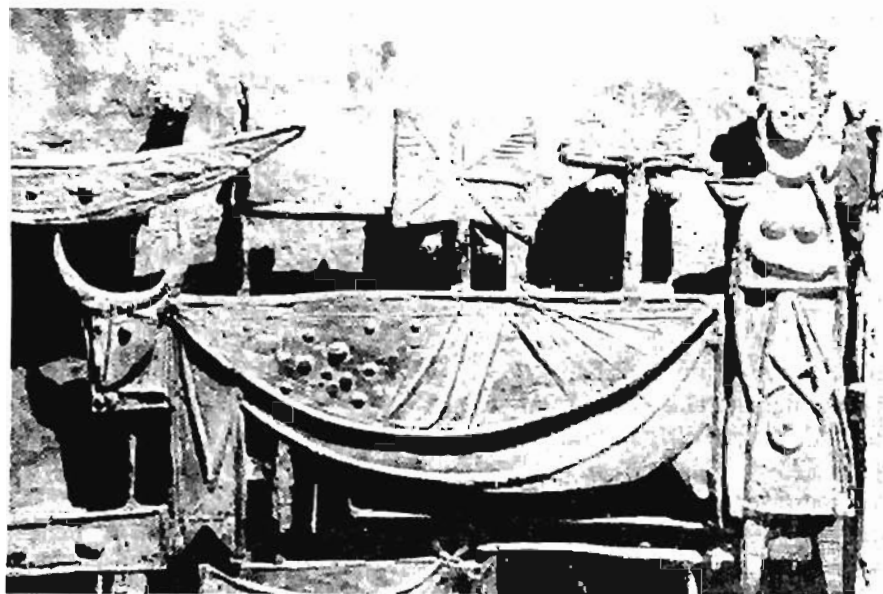
¹⁴ *Ibid.*, p. 152.

¹⁵ B. Holldobler, "Communication between ants and their guests", en *Scientific American*, 1971, pp. 86-95.

En los mamíferos las sustancias olorosas desempeñan también un papel muy importante. No sólo en los animales terrestres, en los que aparecen glándulas en las más diversas partes del cuerpo, sino que "las glándulas olorosas pueden entrar incluso en el juego del amor entre los habitantes de las aguas".¹⁶ En las salamandras de agua se observa que en primavera

Las feromonas y la vida sexual

En algunos animales se han detectado ciertas anomalías en su vida sexual a partir de relaciones intraespecíficas. De alguna manera, los nacimientos se sincronizan en menos de una semana en el seno de un grupo social, por ejemplo en el jabalí o en ovejas que han vuelto al estado salvaje. De igual for-



un macho sigue a una hembra durante horas, acariciándola con agua que abanica con movimientos de su cola cargada de una secreción olorosa procedente de las glándulas abdominales.¹⁷

En la vida de los mamíferos aparecen algunos fenómenos que, hasta fechas recientes, no se sabía con certeza a qué eran debidos; hoy se ha visto que muchos de éstos son causados por sustancias semejantes al almizcle, solas o en combinación con otras, que aparecen en muchas de las funciones del animal como la marca de su territorio o la identificación de sexos, entre muchos otros.

ma, cuando se juntan hembras en grupos de cuatro o más, se altera la regularidad de sus ciclos; al aumentar el número a 30 o más por jaula, los ciclos se hacen irregulares o desaparecen. En animales como la cabra o la oveja, los nacimientos se juntan en unos días. También en el hombre aparecen fenómenos de este tipo; es bien conocido que los ciclos menstruales se sincronizan en jóvenes internas que viven en la misma habitación.¹⁸

Estudiados por diferentes autores, muchos de estos fenómenos han tenido una explicación relacionada con las feromonas.

¹⁸ Jean-Pierre Signoret, "El efecto macho", *Mundo científico*, junio 1982, núm. 15, vol. 2, Fontalba, Barcelona, p. 651.

En 1956 se observó que al colocar cuatro o más ratones hembra en una misma jaula, los ciclos se volvían irregulares, aumentando el número de pseudoembarazos. Este fenómeno desaparecía si se extirpaban los bulbos olfatorios, lo que significaba que el hecho era desencadenado por alguna sustancia olorosa; pero lo más curioso es que también desaparecía al introducir un macho a la jaula (efectos Lee y Boot, y efecto Whitten).¹⁹

Por otra parte, una hembra de ratón embarazada de días, detiene su gestación por la presencia de un macho extraño (efecto Bruce).²⁰

También en primates se han aislado determinadas sustancias que afectan a su vida sexual, especialmente las llamadas copulinas, que inducen al acoplamiento entre ellos. Sin embargo, el grado de complejidad de las actividades es mayor, dado que los estímulos implicados afectan a procesos fisiológicos, como los niveles de secreción hormonal, y a procesos culturales aún desconocidos.²¹

En el hombre, este problema no ha merecido la atención de los psiquiatras o los psicólogos y, sin embargo, ciertas observaciones permiten suponer que al igual que en los otros mamíferos, la comunicación química debe regir un determinado número de nuestros comportamientos. Existe, a este respecto, un excelente pasaje en el *Ulises* de Joyce:

También a la gata le gusta olerle el

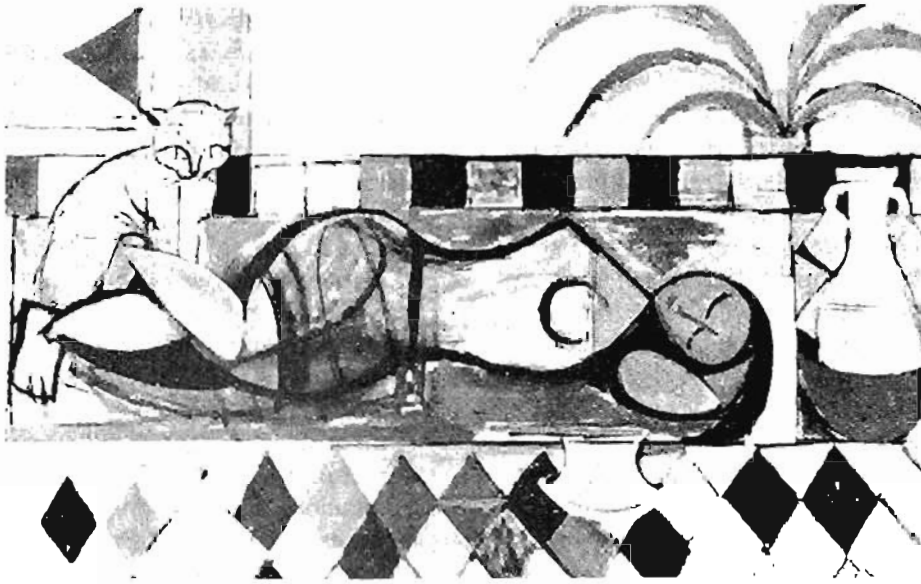
¹⁹ Villee, *op. cit.*, p. 501; Signoret, *op. cit.*, p. 651.

²⁰ Villee, *op. cit.*, p. 501; Signoret, *op. cit.*, p. 651.

²¹ R.P. Michael y E.B. Keverne, "Pheromones in the communication of sexual status in primates", *Nature*, núm. 218, Londres, 1968, pp. 746-749. También se han aislado las mismas sustancias en las secreciones vaginales de la mujer; ver Michael, Bonsall y Warner, *Science*, núm. 186, 1974, p. 1217. Tomado de Schoffeniels, *op. cit.*, p. 122.

¹⁶ K.V. Frisch, *op. cit.*, pp. 240-241.

¹⁷ *Ibid.*



camisón en la cama. Conoce su olor entre mil. También el agua del baño. Me recuerda las fresas con nata. No sé dónde es realmente. Ahí o en los sobacos o debajo del cuello. Porque se saca de todos los agujeros y rincones. El perfume de jacinco hecho de aceite o éter o no sé qué. La rata almizclada. Bolsa debajo de la cola un grano lanza olor para años. Los perros unos a otros por detrás. Buenas tardes. Buenas. ¿Cómo huele usted? Hum. Hum. Muy bien, gracias. Los animales se guían por eso. Sí, ahora, mirarlo desde ese punto de vista. Somos iguales. Algunas mujeres por ejemplo te mantienen a distancia cuando están en el periodo. Acércate. Entonces te sueltan una peste que se masca. ¿Cómo qué? Arenques en conserva echados a perder o. ¿Puf! Se prohíbe pisar la hierba. Quizás ellas nos notan un olor a hombre. Pero ¿Qué? Guantes cigarreros que tenía Long John en la mesa el otro. ¿Aliento? Lo que uno come y bebe lo da. No. Olor de hombre, quiero decir. Debe estar relacionado con eso porque los curas que se supone que son diferentes. Las mujeres zumban alrededor como moscas en torno a la melaza. Separadas del altar por una baranda se echan a ello a toda costa. El árbol del cura prohibido. Oh padre ¿desea? Permítame ser la primera en. Eso se difunde por todo el cuer-

po, lo permea. Fuente de vida y es enormemente curioso el olor. Salsa de apio. Con permiso.²²

Ya hemos dicho que un análisis de los ciclos menstruales de estudiantes de universidades femeninas en Estados Unidos, reveló una tendencia significativa a una creciente sincronización entre compañeras de habitación y entre amigas íntimas.²³ De todas formas, aunque fenómenos como éste sean indicadores, la complejidad de los sistemas de control humanos hace difícil su estudio. Además, en los humanos las hormonas iniciadoras son difíciles de detectar, dado que pueden afectar al sistema interno sin respuesta externa; lo único que podemos decir es que hay diferencias sexuales en la capacidad olfatoria.²⁴

El biólogo francés J. Le Magnen, ha señalado que "el olor del exaltolide, la lactona sintética del ácido 14-hidroxitetradecanoico, sólo es percibido con claridad por las mujeres sexualmente maduras y

con más fuerza durante el periodo de ovulación. Los hombres y mujeres jóvenes son casi insensibles. Los hombres aumentan su sensibilidad al recibir una inyección de estrógenos (hormonas femeninas). El exaltolide se usa comercialmente como fijador en los perfumes". Señala también que la capacidad de las personas para detectar el olor de ciertos esteroides es paralela a su capacidad para detectar el exaltolide. Este podría ser un caso de feromona humana, pero es necesario un mayor estudio de las relaciones olor-fisiológicas en humanos.²⁵



Feromonas humanas

En estudios de composición de plantas y sus relaciones con los animales surgió otro interesante ejemplo de posibles candidatos a feromona humana. Un hongo, la trufa, contiene, entre otras sustancias odoríferas, un alcohol volátil de olor almizcleño, afín a la testosterona: el 5 α -16. androstén-3 α -ol, que bien podría ser una hormona sexual humana o, si se prefiere, un mensajero químico con efecto estimulante. Esta molécula sin actividad hormonal (esteroide no an-

²² James Joyce, *Ulises*, Lumen, Barcelona, 1976, vol. I, pp. 566-567, trad. J.M. Valverde.

²³ Villee, *op. cit.*, p. 501.

²⁴ Wilson, "Feromonas". . . , p. 155.

²⁵ *Ibid.*

drógeno) tiene la particularidad de hallarse presente tanto en la trufa como en la orina y sudor humanos y . . . en diversas secreciones del cerdo macho no castrado, es decir, el verraco, conocido por muchos estudios de este tipo.²⁶

Dos alcoholes —el 5 α -16-androstén-3 α -ol y el 5 α -16-andrósten-3 β -ol— y una cetona —la 5 α -16-androstén-3-ona— son feromonas sexuales, sin duda, en el cerdo. En el hombre también se han detectado. En 1950, se aislaron de la orina humana dichos compuestos.²⁷

La 5 α -androsterona se identificó en el hombre, en el sudor segregado por las axilas. Finalmente hoy se sabe que las tres sustancias son sintetizadas en el testículo humano y migran hacia las glándulas sudoríparas axilares donde son segregadas por el sudor. ¿Presentan estas sustancias la función de feromonas humanas? Se puede dudar de la 5 α -androsterona, ya que es considerada por muchas mujeres como de olor particularmente desagradable, siendo la mayoría de ellas muy sensibles a su olor y detectándola en concentraciones muy bajas, del orden de la millonésima. Sin embargo, los hombres son prácticamente insensibles; en un experimento de respuesta olfativa 44.3 de

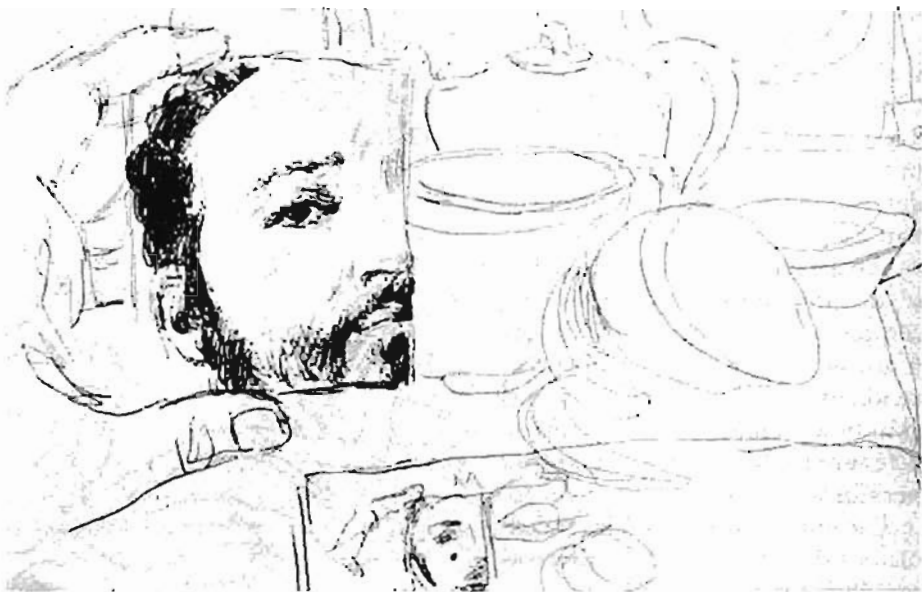
los hombres fue totalmente insensible, mientras las mujeres lo fueron en sólo 7.6%.²⁸

Dos hechos apoyan el que el alfa-alcohol sea una feromona aunque no sean pruebas absolutas. El primero es de tipo etnológico. En danzas folklóricas mediterráneas, los danzantes estimulan a sus compañeras con un proceder intrigante

los expuestos a los vapores eran significativamente más elevadas.²⁹

El aspecto evolutivo

Las reflexiones sobre las feromonas, su origen e implicaciones, suponen el planteamiento de interesantes problemas en el plano evolutivo y ecológico.



para los investigadores: cuando el calor de la danza los hace transpirar, se colocan debajo de la axila algunos minutos, un pañuelo de algodón y una vez impregnado de sudor lo agitan bajo la nariz de sus compañeras de baile.

El segundo hecho es un experimento elaborado en 1978 en el departamento de psicología de la Universidad de Birmingham por el equipo de Michael Kirk-Smith. En dicho experimento se hacían respirar vapores del alfa-ol a hombres y mujeres, al tiempo que se les presentaban imágenes de mujeres (no desnudas, especifica el artículo). A continuación se les pedía que otorgasen una "calificación de belleza" a cada fotografía. En relación a un grupo testigo, las calificaciones de

La completa explotación del sentido químico en la integración animal depende del almacenaje de la información perteneciente a determinada molécula. En las formas inferiores, tanto invertebrados como vertebrados, existe una considerable capacidad para la herencia de reacciones olor-dependientes. Complejas interacciones entre los sexos, entre predadores y presas o entre diferentes miembros de una especie dependen, a menudo, de modelos innatos de comportamiento que son puestos en libertad por medio de olores. En los grupos superiores estas relaciones se basan, más frecuentemente, en el aprendizaje y la experiencia. Con el incremento de la encefalización, existe una diferenciación progresiva-

²⁶ Pernet Langley-Danyasz, "La trufa, un afrodisiaco", *Mundo científico*, núm. 19, vol. 2, Barcelona, 1982, p. 1144. El verraco no es enviado jamás a la carnicería. La grasa de este animal posee un olor calificado en nuestra cocina de desagradable, debido a la acumulación de androsterona originada en la saliva del animal. La sangre lleva a la glándula submaxilar androsterol, que es metabolizado en androsterona. El aliento y la saliva del verraco tienen un olor característico, con función de atractivo para la hembra. En los juegos precopulares el macho sopla en las ventanas nasales de la hembra, que se pone en actitud de sollicitación si está en estro.

²⁷ Langley-Danyasz, *op. cit.*, pp. 1144-1145.

²⁸ *Ibid.*

²⁹ *Ibid.*

mente más tardía de las reacciones, de acuerdo con las experiencias del animal.

Una segunda tendencia evolutiva se evidencia con el comportamiento dependiente de olores. Los estudiosos del comportamiento animal reconocen la existencia de olores específicos que marcan las relaciones con otros miembros de la misma especie; olores individuales que permiten el reconocimiento mutuo de determinados individuos y olores de comunidad que están distribuidos a lo largo de la colonia o territorio para marcar sus límites. En esta línea filogenética, determinadas sustancias químicas han adquirido funciones discretas de señalización y constituyen la base de un comportamiento social complejo. La ontogenia de la comunicación por el olor está correlacionada con el desarrollo de las glándulas endocrinas y con la diferenciación del sistema nervioso.³⁰

Las modificaciones en los mecanismos de intercambio³¹ "precisaron paralelamente del perfeccionamiento y reordenación del sistema de información que coordina entre sí las diferentes funciones del organismo y le informa de las características y variaciones del medio exterior". Precisamente esta es la función que desarrollan las feromonas, la función de mensajero. Los sistemas de interrelación químicos han tenido un importante papel en la evolución.

Mensajero químico

El origen de las feromonas es algo oscuro. Para ser válida una hipótesis relativa al origen de este sis-



tema de comunicación, debe tenerse en cuenta a un tiempo, la producción y la recepción del mensajero. Tal vez, como sugiere Wilson,³² todos los mensajeros químicos (feromonas, neurotransmisores, hormonas. . .) tengan un origen común o muy próximo. De cualquier manera, la existencia de las feromonas implica tres aspectos: la síntesis, disponibilidad y libera-

ción del mensajero; la interpretación del mensaje a nivel de receptores de la membrana celular del receptor, y la traducción del mensaje en un comportamiento específico. Dicho de otro modo, la molécula de mensajero lleva un mensaje en su estructura, pero sólo es un verdadero mensajero si el mensaje puede ser leído, es decir, si existen los receptores adecuados que lo traduzcan en un determinado comportamiento.³³

Todas estas propiedades de los sistemas biológicos deben ser consideradas como el resultado de la

actividad de numerosos genes, por lo que sería poco serio sostener la tesis de una evolución independiente del complejo sistema que representa la comunicación química. Analizadas estadísticamente, las posibilidades de una evolución independiente del sistema productor y del sistema receptor del mensajero químico, darían por resultado una probabilidad próxima al cero.

A pesar de su origen oscuro, la importancia de estos procesos, desde el punto de vista evolutivo, no

³⁰ C. Pfaffmann, compilador, *Olfaction and taste*, Rockefeller U.P., Nueva York, 1969, pp. 267-268.

³¹ Yves-Alain Fontaine, "Las hormonas y la evolución", *Mundo científico*, núm. 36, vol. 4, mayo 1984, p. 542.

³² Sondheimer y Simeone, compiladores, *Chemical ecology*, Academic Press, Nueva York, 1970 (tomado de Schoffeniels, *op. cit.*, p. 123).

³³ Y.A. Fontaine, *op. cit.*, p. 552.

tiene sombra de duda; la consecución de los mismos ha permitido asegurar a los organismos, en el curso de su evolución, una regulación cada vez más precisa de su funcionamiento y les ha ayudado a resolver situaciones nuevas, aparecidas durante la extensión de la biósfera.³⁴

El aspecto ecológico

Las consecuencias desde el punto de vista ecológico son también muy interesantes. Según Wynne-Edwards,³⁵ la formación de grupos o agregados constituye un mecanismo muy importante de regulación de las actividades sociales y de reproducción. Los fenómenos de agregación tienen diferentes causas, como son la defensa, reproducción, exploración, migración y otros; no obstante, muchos de ellos, son debidos —al menos en parte— a las feromonas.³⁶

Los fenómenos de sincronización y otros semejantes, pueden tener una gran importancia para la adaptación de una especie a su ambiente: “La sincronización de los ciclos y la etapa de celo tiene como consecuencia un reagrupamiento de los nacimientos en un periodo muy breve de tiempo, lo que limita los riesgos de predación.”³⁷ Asociando la aparición del estro con la presencia del macho, aumentan las probabilidades de fecundación de especies en las que la estructura social hace que, a menudo, los dos sexos estén separados.³⁸

La estructura del ecosistema refleja la actividad presente y pasada de los seres vivos. La formación



de pistas y caminos y otras estructuras heredadas semejantes, de gran importancia en la colonización y evolución de los ecosistemas, tienen en parte su origen en las feromonas.³⁹ En este sentido, las feromonas en combinación con otras sustancias ayudan a la colonización del bosque por insectos que constituyen plagas.⁴⁰ Este conocimiento constituye una nueva arma para luchar contra ellas. La utilización de estas sustancias para reunir y luego destruir dichas plagas, así como el uso preventivo de “feromonas de huida”, podría evitar la implantación de insectos parásitos.

Por otra parte, los resultados experimentales en los mamíferos ofrecen la posibilidad de controlar los ciclos de estro mediante una acción externa, las feromonas, y no por tratamientos hormonales como hasta ahora; el aislamiento de las

sustancias estimulantes permitiría el control del estro por mecanismos naturales.⁴¹

Resulta evidente que el conocimiento de la comunicación química está todavía en sus inicios. El conocimiento profundo de los mensajes y de la combinación de mensajes, así como de muchos otros aspectos interesantes, supondrá un cambio en gran cantidad de conceptos que actualmente existen sobre el comportamiento animal.

Un estudio de mecanismos fisiológicos del cuerpo humano revela los claros vínculos entre procesos biológicos, psicológicos y sociológicos. En las investigaciones sobre las feromonas y otros mecanismos de acción endocrino-psicosomática, pueden discernirse nuevas pautas para una biología animal y humana.⁴²

³⁴ *Ibid.*

³⁵ V.C. Wynne-Edwards, *Animal dispersion in relation to social behaviour*, Oliver and Boyd, Edinburgo y Londres, 1962 (tomado de Margalef, *op. cit.*, p. 846).

³⁶ Margalef, *op. cit.*, pp. 846-850.

³⁷ Signoret, *op. cit.*, p. 651.

³⁸ *Ibid.*

³⁹ Margalef, *op. cit.*, pp. 850-851.

⁴⁰ Chararas, *op. cit.*, p. 653.

⁴¹ Signoret, *op. cit.*, p. 653.

⁴² Vernon Reynolds, *Biología de la acción humana*, Villamar, Madrid, 1977, pp. 13-16.