

**MAGNO**



**GABINETE  
DE CURIOSIDADES  
DE INSECTOS**

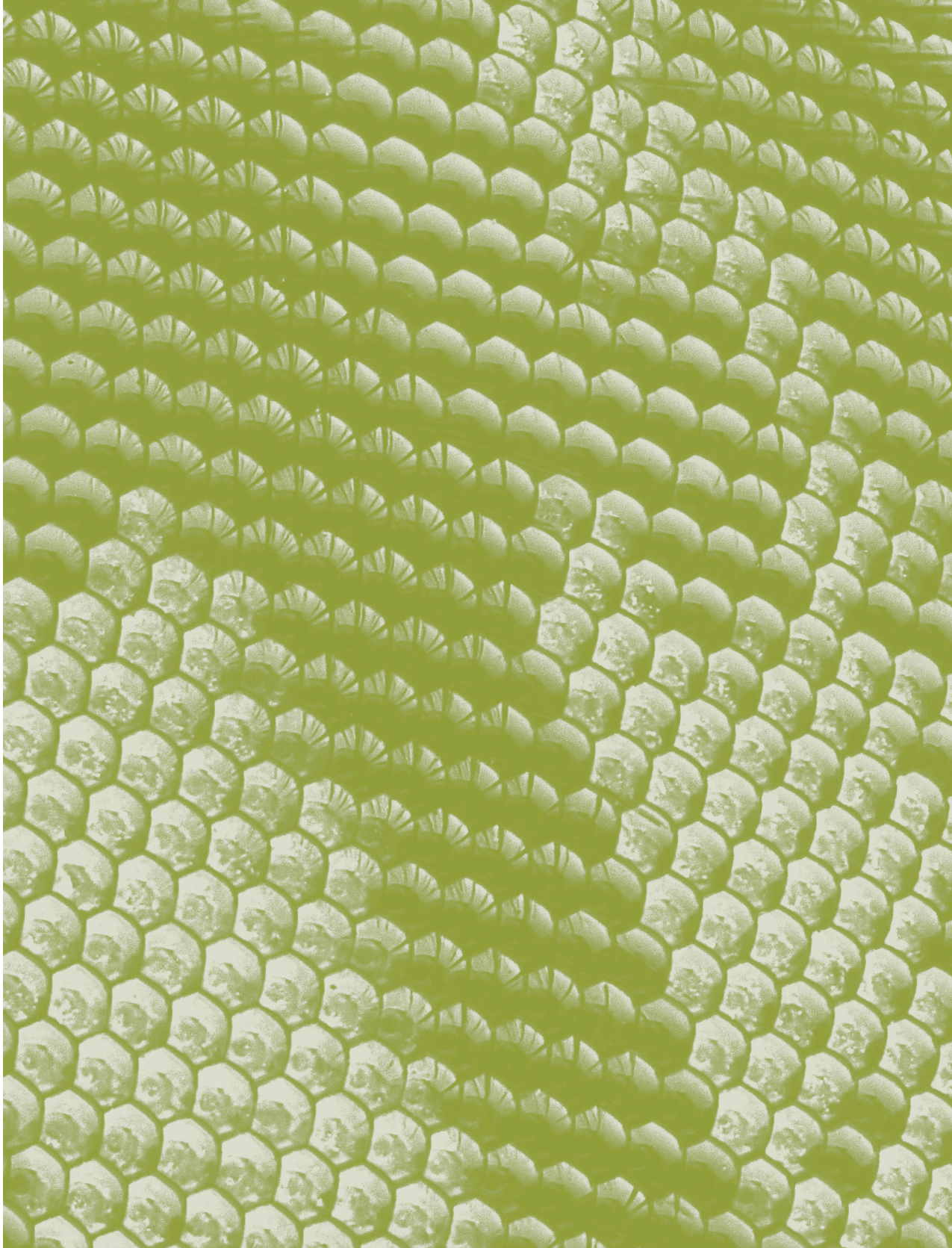
**JORGE ALBERTO MOLINA ESCOBAR**

**Universidad de los Andes  
Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**



**Mosca Syrphidae, *Eristalinus taeniops*, textura**

**Fuente:** fotografía de Julio Alejandro Moscoso Rojas





MAGNO



**GABINETE DE  
CURIOSIDADES  
DE INSECTOS**

JORGE ALBERTO MOLINA ESCOBAR

**B** FACULTAD  
DE CIENCIAS  
*Ciencias biológicas*

Nombre: Molina Escobar, Jorge Alberto, autor.

Título: Gabinete de curiosidades de insectos / Jorge Alberto Molina Escobar.

Descripción: Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Ciencias Biológicas, Ediciones Uniandes: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2026. | 624 páginas: ilustraciones; 16.5X21.5 cm. | Magno

Identificadores: ISBN 9789587989458 (rústica) | 9789587989465 (e-book) | 9789587989472 (e-pub)

Materias: Insectos | Insectos - Curiosidades y enigmas

Clasificación: CDD 595.7-dc23

SBUA

Primera edición: abril del 2026

© Jorge Alberto Molina Escobar  
© Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias,  
Departamento de Ciencias Biológicas  
Ediciones Uniandes  
Carrera 1.ª n.º 18A-12, bloque Tm  
Bogotá, D. C., Colombia  
Teléfono: 601 339 4949, ext. 2133  
<http://ediciones.uniandes.edu.co>  
[ediciones@uniandes.edu.co](mailto:ediciones@uniandes.edu.co)

© Academia Colombiana de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales  
Carrera 28A n.º 39A-63, Apartado 44763  
Bogotá, D. C., Colombia

ISBN: 978-958-798-945-8  
ISBN e-book: 978-958-798-946-5  
ISBN epub: 978-958-798-947-2  
DOI: [https://doi.org/10.51573/Andes.97895879894587989458.9789587989465.9789587989472](https://doi.org/10.51573/Andes.9789587989458.9789587989465.9789587989472)

Corrección de estilo: Marcela Garzón Gualteros  
Diagramación: Angélica Ramos Vargas  
Imagen de cubierta: *Mosca Syrphidae, Eristalinus taeniops, textura*. Fotografía de Julio Alejandro Moscoso Rojas  
Diseño del sello: Camila Cardeñosa

Impresión:

Panamericana Formas e Impresos S. A.  
Calle 65 n.º 95-28  
Teléfono: 601 430 2110  
Bogotá, D. C., Colombia

Universidad de los Andes | Vigilada Mineducación.  
Reconocimiento como universidad: Decreto 1297 del 30 de mayo de 1964. Reconocimiento de personería jurídica: Resolución 28 del 23 de febrero de 1949, Minjusticia. Acreditación institucional de alta calidad. 10 años: Resolución 000194 del 16 de enero del 2025, Mineducación.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en su todo ni en sus partes, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la editorial.

 Universidad de  
**los Andes**  
Colombia



Academia Colombiana  
de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales

**90** Años  
1936 - 2026

*Dedicado a quienes, por diferentes razones,  
no gustan de los insectos... todavía.*



*Geist ist unsichtbare Natur,  
Natur ist sichtbare Geist.*

[El espíritu es la naturaleza invisible,  
la naturaleza es el espíritu visible.]

Friedrich Wilhelm Schelling

# 1

PÁG. 17

## Este gabinete de curiosidades de insectos

*Los gabinetes de curiosidades*

*Los insectos en un gabinete de curiosidades*

# 2

PÁG. 27

## ¿Quiénes son los insectos?

*¿Es o no es un insecto? Esa es la pregunta*

*Dime cuántas patas tiene y te diré si es un insecto*

*Para recordar: un insecto tiene seis patas y...*

*Hazme un dibujo de un insecto*

*¿Los insectos son buenos o malos? Ni buenos ni malos: son animales*

*Las alas y su importancia para reconocer los insectos*

*¿Cuántas especies de insectos existen?*

*En la transformación está la clave*

*Con un nombre tomamos posesión*

*Goliath, Liliputiense y Sansón*

# 3

PÁG. 57

## Insectos en ambientes severos predecibles

*¿Qué es un ambiente extremo?*

*Insectos y radiación*

*Insectos en el espacio aéreo*

*Insectos en los círculos polares y glaciares*

*Insectos mar adentro*

*Insectos espeleólogos y vulcanólogos*

*Insectos en desiertos*

*Insectos astronautas*

# 4

PÁG. 81

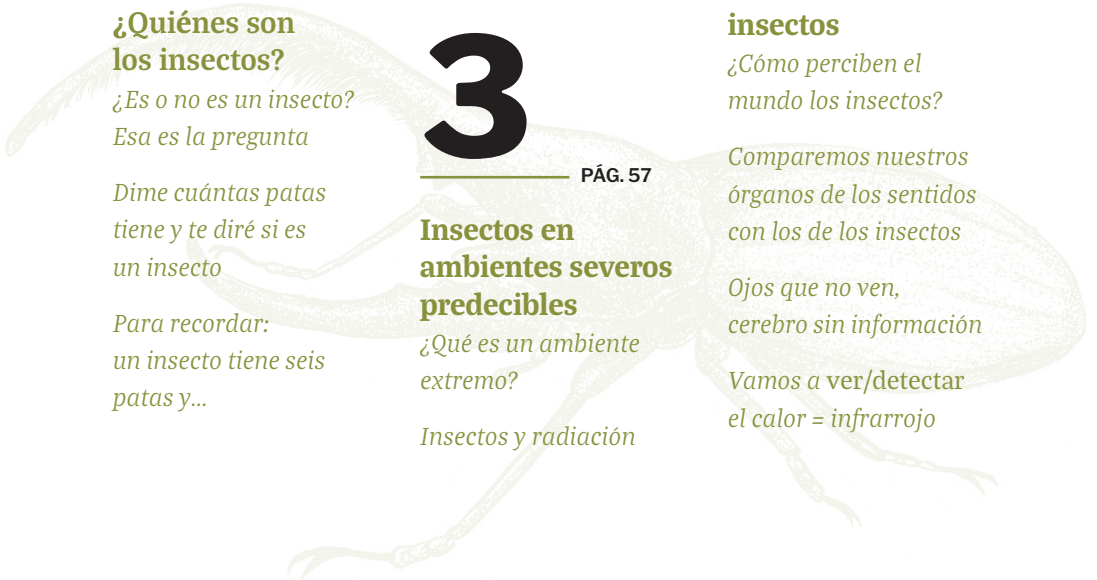
## Órganos de los sentidos en insectos

*¿Cómo perciben el mundo los insectos?*

*Comparemos nuestros órganos de los sentidos con los de los insectos*

*Ojos que no ven, cerebro sin información*

*Vamos a ver/detectar el calor = infrarrojo*



*Vamos a tratar de ver  
el cielo polarizado*

*Una nariz igual no  
hace a todos los  
insectos iguales*

*Un sabor dice más  
que mil palabras*

*Infrasonido, audible  
y ultrasonido*

*Presión o movimiento,  
¿qué oye un insecto?*

*Campo cercano para  
transmitir el mensaje  
de la reproducción*

*Tímpanos para  
escuchar los mensajes  
lejanos*

*Todo iba bien, hasta  
que aparecieron los  
murciélagos*

*Si yo fuera un insecto,  
¿qué debería oír?*

*“Dadme un punto  
e induciré un  
comportamiento”*

*¿Cómo hacer para no  
perderme en un mundo  
lleno de información?*

# 5

PÁG. 117

## **Mitos y leyendas con insectos**

*¿Cuál es la diferencia  
entre un mito y una  
leyenda?*

*Mitos y leyendas  
de civilizaciones  
antiguas del Viejo  
Mundo con insectos*

*Los maoríes y los  
asmat, un capítulo  
aparte*

*Mitos y leyendas de  
civilizaciones antiguas  
del Nuevo Mundo  
con insectos*

*Mitos y leyendas con  
insectos en Suramérica*

*Mitos con insectos  
en Colombia*

*Leyendas con insectos  
en Colombia*

*Las ombligadas con  
insectos en Colombia*

*A manera de resumen*

# 6

PÁG. 163

## **Insectos de importancia médica**

*Venenos, nidos,  
patógenos, vectores  
y enfermedades*

*La mejor defensa  
es el ataque*

*¡Auch! ¡Eso dolió!  
¿A ti te duele algo?*

*Dadme alas para volar y  
motivos para quedarme*

*Chupar sangre no es  
tan fácil como parece*

*Preparádonos para  
vivir en un nido global*

*Frío, frío; templado;  
caliente, caliente;  
se está quemando,  
¡lo encontraste!*

Jurassic Park

*¿Cómo chupar sangre y no morir en el intento?*

*Insectos chupadores de sangre, una minoría*

*Pican y rascan...  
¡son piojos!*

*A la cama a dormir,  
ojalá sin chinches*

*A la cama a dormir,  
¡ojalá sin besos!*

*Pulga que salta  
sí muerde*

*La historia de la  
polilla vampiro*

*Las jeringas con dos  
alas que transportan  
patógenos*

*Las moscas con  
picaduras que duelen*

*La verdadera  
experiencia de  
sentirse parasitado*

*Alergias a insectos  
o a sus picaduras*

# 7

PÁG. 217

## **El papel de los insectos en la historia mundial**

*El profeta que mira hacia atrás*

*Insectos y urbanización*

*Campaña de las cuatro plagas*

*Insectos y globalización*

*La fiebre amarilla y su papel en la historia*

*Los piojos y la fiebre de las trincheras*

*Insectos en la medicina y la cirugía*

*Domiciano y Hitler*

*Insectos y la historia de Colombia*

# 8

PÁG. 257

## **Insectos como armas de guerra**

*Pelotón, ¡al ataque!*

*Leishmaniasis y guerra psicológica*

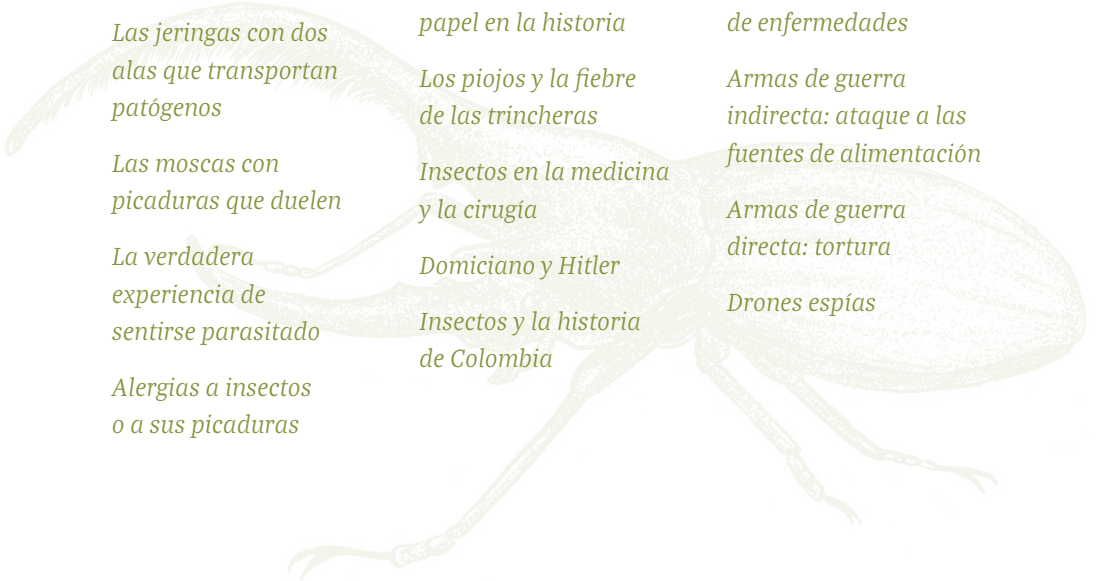
*Los insectos como armas de guerra*

*Armas de guerra directa: transmisión de enfermedades*

*Armas de guerra indirecta: ataque a las fuentes de alimentación*

*Armas de guerra directa: tortura*

*Drones espías*



# 9

PÁG. 273

## **El papel de los insectos en la naturaleza**

*¿To bee or not to bee?*

*Insectos y polinización*

*Insectos al rescate de los hongos*

*Insectos y las primeras plantas terrestres*

*Insectos como alimento para otros organismos (excepto humanos)*

*Insectos parásitos, parasitoides y predadores*

*Insectos cultivadores y recicladores*

*Insectos sobre perezosos*

*Insectos en simbiosis con plantas*

*Insectos en el suelo*

*Insectos vectores para plantas y animales*

# 10

PÁG. 325

## **Los insectos necesitan nuestra ayuda**

*Otototoi*

*¿Cuál es la verdadera situación con los insectos actualmente?*

*Vamos a ayudar a los insectos*

*Un territorio pensado para los insectos y no para los humanos*

*Hagamos el mundo menos aburrido para los insectos*

*Hoteles cinco estrellas para huéspedes distinguidos*

*Cuidado con las luces artificiales*

*Los insecticidas no son la solución*

*Invasores introducidos*

*Lo que no se conoce no se puede ayudar*

*Nada de apoyo al comercio ilegal con insectos*

*Big brother con insectos*

*Nada de insectos en las uñas*

# 11

PÁG. 361

## **A comer insectos**

*¡A comer a comer que el mundo se va a acabar!*

*¿Comer insectos?*

*¡Qué asco!*

*¿Qué proteína tenemos para la cena de hoy?*

*Tranquilo, cómase  
ese insecto que no  
le va a pasar nada*

*Algunos casos de  
insectos espectaculares  
consumidos en el  
ámbito mundial*

*Tanto que habla  
de comer insectos,  
pero ¿usted si se  
los come?*

*Comer insectos,  
una opción viable  
hacia el futuro*

# 12

PÁG. 379

## **Insectos en el arte**

*Las bellas artes*

*Insectos en el primer  
arte (arquitectura)*

*Insectos en el segundo  
arte (escultura)*

*Insectos en el tercer  
arte (pintura)*

*Insectos en el arte  
callejero (grafitis  
en Bogotá)*

*Insectos en el cuarto  
arte (música)*

*Insectos en el quinto  
arte (danza)*

*Insectos en el sexto  
arte (literatura)*

*Los primeros libros  
sobre insectos*

*Insectos en el séptimo  
arte (cine)*

*Insectos en la  
arqueología del mundo*

*Insectos en la  
arqueología de  
Colombia*

*Insectos en el arte  
rupestre de Colombia*

# 13

PÁG. 451

## **Insectos como motores económicos**

*Insectos en la economía*

*Cochineal y el color rojo*

*Cochineal y su viaje a  
otras partes del mundo*

*Las larvas o gusanos  
de la seda*

*El shellac*

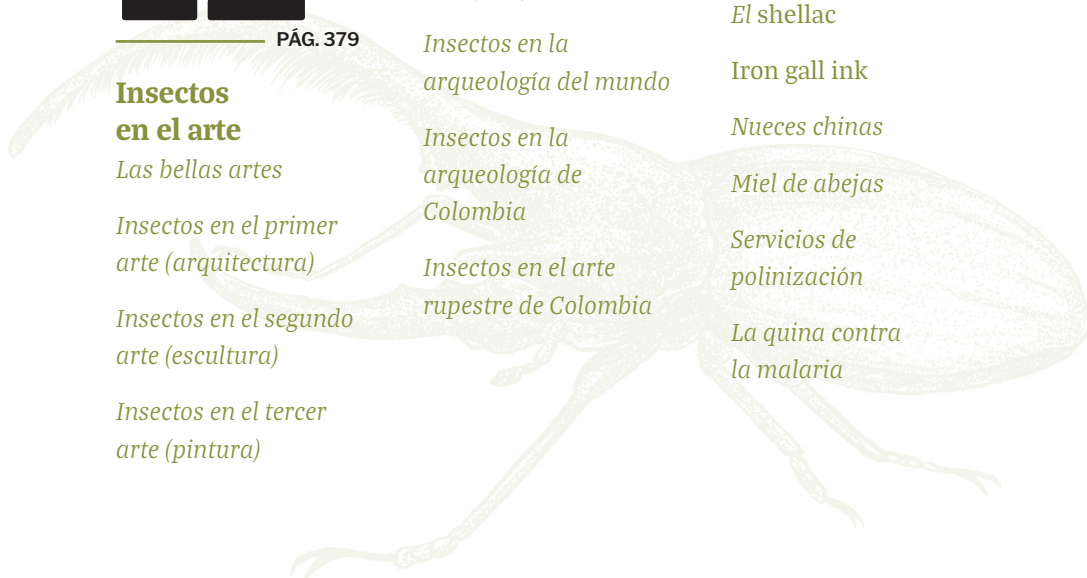
*Iron gall ink*

*Nueces chinas*

*Miel de abejas*

*Servicios de  
polinización*

*La quina contra  
la malaria*



# 14

PÁG. 473

## **Insectos en la biotecnología**

*El arcoiris de la biotecnología*

*Biotecnología utilizando todo el insecto*

*Biotecnología con los órganos de los insectos*

*Biotecnología con las células de los insectos*

*Biotecnología con las moléculas de los insectos*

*Biotecnología con los microorganismos asociados a los insectos*

*Perspectivas a futuro de la biotecnología amarilla*

# 15

PÁG. 489

## **Insectos como fuente de entretenimiento**

*El espectáculo debe continuar*

*Las peleas de grillos en China*

*Las peleas de cucarrones en Japón y Tailandia*

*Cucarrones nadadores que dan suerte*

*Insectos voladores como entretenimiento*

*Circos de pulgas*

# 16

PÁG. 509

## **El mundo curioso de los insectos**

*Insectos supercuriosos en el gabinete de curiosidades*

*El insecto que copula con botellas de vidrio (Ápate)*

*No es un pájaro, no es un avión es... (mimetismo)*

*La ofrenda para la Pachamama y la bebida típica de La Paz, Bolivia (anglicismo)*

*Trampas de pulgas para mujeres (Agra)*

*Insectos y pliegues (origami)*

*Insectos constructores (altruismo)*

*Hormigas explosivas (autotisis)*

*Hormigas y mariposas (mirmecofilia)*

*Insectos que cambian de colores (iridiscencia)*

*El insecto Elvis Presley (pareidolia)*

*Insectos y enfermedades (pandemia)*

*Los insectos y el deseo  
sexual en humanos  
(afrodisiaco)*

*Insectos y robots  
(biomímesis)*

*Insectos emocionales  
(traumatizados)*

*Insectos, malaria y sífilis  
(malarioterapia)*

*Insectos y zombis  
(sincretismo)*

*Insectos y constelaciones  
(pánico)*

**Agradecimientos** 545

**Anexo** 549

**Bibliografía** 553



## Capítulo 1

# Este gabinete de curiosidades de insectos

*Either socialism will defeat the louse,  
or the louse will defeat socialism.*

[O el socialismo derrota al piojo,  
o el piojo derrotará al socialismo.]

Vladimir Lenin (1870-1924)

## Los gabinetes de curiosidades

Un par de años antes de la pandemia de la COVID-19, el mundo se vio sorprendido el 2 de septiembre del 2018 por tal vez uno de los eventos más inesperados; en una mezcla de impotencia, dolor y resignación vimos por los medios de comunicación cómo el Museo Nacional de Brasil, ubicado en Río de Janeiro, ardía en llamas. Con las llamaradas subiendo hacia el cielo desaparecieron las colecciones históricas atesoradas por más de doscientos años, por las cuales era conocido ese museo como uno de los más antiguos del mundo.

## Gabinete de curiosidades de insectos

Como consecuencia de este evento desastroso se perdieron desde el meteorito Bendegó, pasando por frescos de Pompeya y llegando hasta el fósil humano más antiguo hallado en Brasil, solo por nombrar algunos de los miles de valiosos objetos arruinados para siempre. Una pérdida de colecciones que ojalá no se vuelva repetir en la historia de la humanidad.

Los humanos somos por naturaleza coleccionistas. Nada nos llama más la atención que guardar o preservar objetos que para nosotros representan algún tipo de valor sentimental, cultural o económico, o simplemente por entretenimiento. Como producto de esta actividad de almacenar objetos desde siempre y con mucha pasión surgieron en el siglo XIV en Italia los famosos *studiolo* o cámaras especialmente diseñadas para alojar antigüedades, rocas preciosas y esculturas.

Luego de esto, y durante el siglo XVI, en el norte de Europa se dio todo un movimiento liderado por las personas pudientes (aristócratas, gobernantes, mercaderes o personas atraídas por las ciencias) que hacían todo cuanto fuera posible por acumular una gran cantidad de curiosidades en habitaciones especiales. El objetivo de estas recámaras llenas de rarezas y objetos o artefactos maravillosos en el arte y las ciencias era llamar la atención de los visitantes, así como causar sorpresa en el espectador frente a la mezcla de *naturalia* (animales, plantas, fósiles, conchas, rocas y cualquier otro producto de la naturaleza), *artificialia* (objetos producidos o modificados por los humanos), *exotica* (objetos naturales o artificiales colectados en lugares geográficos distantes) y *scientifica* (instrumentos médicos, astronómicos y de mediciones creados por los humanos y que demuestran su dominio sobre la naturaleza). En especial, eran bienvenidos aquellos objetos más raros, eclécticos y esotéricos que eran capaces de capturar la atención del observador y de resaltar el poder económico del anfitrión para conseguirlos. Con el paso del tiempo, estas habitaciones pasaron a ser conocidas en alemán como las *Kunstkammer* o *Wunderkammer*, los *gabinetes de las curiosidades* en español, *cabinets de curiosités* en francés y *wonder chambers* en inglés. Algunos de los gabinetes de curiosidades más famosos en Europa fueron el de Rodolfo II en Praga, el de Fernando II en el castillo

Este gabinete de curiosidades de insectos



**Figura 1.** *Kunst- un Raritätenkammer*, de Frans Francken (1636)  
Incluye *naturalia*, *artificialia*, *exotica* y *scientifica*.

**Fuente:** Wikimedia Commons, disponible en <https://w.wiki/EgVa>

## Gabinete de curiosidades de insectos

de Ambras en Innsbruck, el de Olaius Wormius en Copenhague, el de Pedro el Grande en San Petersburgo, el de Gustavo Adolfo en Estocolmo y el del arquitecto sir Hans Sloane en Londres.

Por lo general, a estos sitios llenos de objetos llamativos solo se podía entrar a través de puertas secretas, y el acceso a ellos era restringido. Además, algunas de estas habitaciones tenían sus paredes o techos decorados con pinturas que mostraban narraciones mitológicas; todo ello claramente dispuesto para crear una atmósfera aún más especial que contribuyera, sin lugar a dudas, a despertar la curiosidad en el invitado por todos los objetos que en este sitio se almacenaban.

Ahora bien, algunos lugares –por ejemplo los Países Bajos– estaban mejor ubicados para conseguir esos objetos o especímenes curiosos; en especial si tenemos en cuenta el fuerte intercambio comercial que sostenían con sitios de ultramar, o porque contaban con colonias en diferentes puntos geográficos que se convertían en la fuente principal de objetos únicos a la vista de la gran mayoría de personas del común. Prueba de ello es la colección de especímenes naturales que logró acumular Albertus Seba en Ámsterdam. Conocemos esta colección porque este farmacéuta comisionó a artistas para que hicieran alrededor de cuatrocientos esquemas meticulosos y muy detallados de los diversos objetos que la componían. Luego, el conjunto de estos grabados fue publicado entre 1734 y 1765 en cuatro volúmenes, que son lo que conocemos en la actualidad.

Otro de los naturalistas reconocidos por sus colecciones de objetos naturales y por su trabajo escrito sobre la historia natural fue el italiano Ulises Aldrovandi. Algunos de los elementos de su colección privada todavía se pueden encontrar en el actual museo Palazzo Poggi en Bolonia, Italia, y continúan demostrando el virtuosismo de la atmósfera intelectual que se respiraba en torno a un personaje como Aldrovandi.

Tanto las obras de Aldrovandi como las de Seba tienen dos inconvenientes serios que dificultan a muchas personas en la actualidad utilizarlas como obras científicas. La primera es que están escritas en el idioma de la ciencia del

Este gabinete de curiosidades de insectos

momento, el latín; la segunda, y más complicada, es que para ese momento todavía Carl Linneo y Peter Artedi no habían establecido el sistema de nomenclatura binomial para identificar a las especies de organismos vivos. Entonces, muchas de las imágenes que las acompañan carecen para ese momento de un nombre que nos permita saber exactamente de qué especie de organismo vivo se estaba hablando.

Para los siglos XVII y XVIII, y con el advenimiento y el avance de las diferentes disciplinas científicas, los gabinetes de curiosidades dejaron de representar el poderío y la inteligencia de sus propietarios; es decir, ya no simbolizaban un estatus social y en cambio mostraron mejor lo que es el mundo real en su aspecto natural y en cuanto a las creaciones humanas; entonces, pasaron a formar parte de lo que se conoce en la actualidad como los museos. Para los romanos y para los griegos los museos eran aquellos lugares o santuarios consagrados a las musas, por lo que más tarde se adaptaron el vocablo romano *Musēum* y el griego *Μουσείον* (Museión) para identificar los edificios dedicados al estudio de la cultura.

Ptolomeo I fue quien, para el año 300 a. e. c. (antes de la era común)<sup>1</sup>, reunió la ciencia del momento y a los científicos que la practicaban y se dedicaban a enseñarla en lo que hoy conocemos como el Museión de Alejandría o el Museo de Alejandría, que contaba en una de sus áreas con la muy famosa biblioteca de Alejandría. Esta acumulación de sabiduría en un solo lugar llevó la noción de museo a un nivel diferente y terminó con la consolidación de las más grandes colecciones del mundo actual, como el Muséum national d'Histoire naturelle (1739) en París, el British Museum (1753) en Londres, el Museo Nacional de Ciencias Naturales (1771) en Madrid, el Museum für Naturkunde (1810) en Berlín y el National Museum (1846) en Washington.

---

1 En este caso, significa 300 antes del nacimiento de Cristo. El uso de a. e. c. se define como la propuesta que busca unificar criterios con aquellas culturas, religiones e ideologías de todas las latitudes que no se sientan identificadas o representadas con el calendario de origen cristiano. Esta propuesta tiene dos opciones: a. e. c. y e. c., que significa a su vez era común.

## Gabinete de curiosidades de insectos

Hoy en día, tal vez el ejemplo más espectacular de esta presencia de museos producto de los gabinetes de curiosidades es el foro imperial de Viena, en Austria. En este foro imperial se encuentra al centro la plaza de María Teresa, en uno de sus costados el Museo de Historia Natural (1750) con sus colecciones científicas y, justo en frente, el Museo de Historia del Arte con todas sus colecciones de arte. Entonces, en una sola plaza y en dos edificios majestuosos y pletóricos de arte tenemos reunidas colecciones naturales y de arte sobresalientes.

En el Museo de Historia Natural en Viena, al pasar el corredor de entrada, el visitante se encuentra con unas escaleras que lo van a conducir al segundo piso donde se ubican las colecciones. En el descanso amplio de estas escaleras se observa un impresionante cuadro pintado al óleo en 1773 por Franz Messmer, Martin van Meytens y Jakob Kohl conocido como el *Kaiserbild* en el que se puede ver a Franz Stephan, el esposo de la emperatriz María Teresa de Austria, junto con sus asesores científicos y sus colecciones. Dentro de los objetos que hay sobre la mesa y al alcance de la mano de Franz Stephan se aprecian un cuarzo, una amonita y una sensacional esmeralda procedente de Colombia. Nada mal; el nombre de Colombia representado en una de sus esmeraldas se encuentra en el ingreso de uno de los museos más importantes del mundo.

## Los insectos en un gabinete de curiosidades

Si partimos entonces del hecho de que los gabinetes de curiosidades se convirtieron en sitios donde se almacenaban todos aquellos objetos naturales o artísticos producto de los descubrimientos, las aventuras y las exploraciones, es claro que lo que vamos a recorrer en este libro es un viaje que nos mostrará todo lo que hace que los insectos sean no solo los animales más interesantes del planeta, sino también los que aportan la mayor cantidad de particularidades y singularidades, todas dignas de un gabinete de curiosidades.

Cualquier persona que estudie o haya estudiado biología sabe que los biólogos tenemos una atracción por todo lo natural; sin embargo, desde que inicié

Este gabinete de curiosidades de insectos

mis estudios en esta área, los insectos se han convertido en mi mayor interés y fascinación. Los he estudiado desde el punto de vista de la taxonomía, para entender por qué y cómo nos transmiten enfermedades, y luego me interesé en entender cómo sus órganos de los sentidos les permiten interactuar con su medio ambiente. Todo este trabajo, realizado primero como estudiante en formación y luego como profesional en ejercicio, me permitió en un momento de mi carrera postularme a una posición como profesor en la Universidad de los Andes en Bogotá. Luego, siendo profesor de esa institución me surgió la duda de cómo podía enseñarle al grueso de los estudiantes universitarios sobre los insectos. Cuando hablo del grueso de los estudiantes espero que se entienda que me interesaba que el conocimiento que yo tenía sobre los insectos llegara más allá de los alumnos de ciencias biológicas en una universidad colombiana.

Como producto de esta iniciativa personal surgió un curso de formación general e introductorio en la Universidad de los Andes que, en un primer momento, se llamó Insectos y el Hombre. Este curso seguía exactamente el mismo recorrido que vamos a abordar en este libro y, por tanto, no hace falta que se lo imaginen para saber cómo pudo haber sido. Solo deben leer el presente libro. Cada capítulo corresponde a una de las semanas de clase del semestre académico que constituía dicho curso, cuyo objetivo central era lograr que los estudiantes de distintas disciplinas se adentraran en el fascinante mundo de los insectos desde diferentes facetas. Por este motivo el curso incluía una gran diversidad de temas: para lograr que cada estudiante que lo inscribiera pudiera vivir una experiencia en la que sus fibras disciplinares fueran tocadas de alguna forma por los insectos.

Insectos y el Hombre se ofreció con ese formato por un par de semestres y recuerdo que, en una de las encuestas que realicé a los estudiantes para conocer sus opiniones sobre cómo mejorar el curso, una persona me llamó la atención sobre el nombre de la asignatura; me aclaró que era muy machista. Este comentario me impactó bastante, razón por la cual decidí cambiarlo a Insectos y Civilización, para poder volver a ofrecerlo sin incluir esa fuerte carga discriminatoria. Con esta nueva denominación para el curso quedé mucho

## Gabinete de curiosidades de insectos

más tranquilo porque: primero, dejaba de ser machista y, segundo, sentía que daba un mayor crédito a todo lo que los humanos hemos construido a lo largo de miles de años con nuestro recorrido como especie sobre el planeta Tierra.

Luego pensé en que tal vez sería mejor no solo ofrecer el curso para un grupo de estudiantes de una sola universidad en Bogotá, y que para poder llegarle a una mayor cantidad de personas se podía mejor pensar en dejar un texto que incluyera todas las particularidades y singularidades de los insectos. En ese momento comenzó el proceso de escritura cuyo resultado tienen en estos momentos ante ustedes.

La autora Piedad Bonnett, en su libro *Qué hacer con estos pedazos*, escribe sobre los libros y las bibliotecas que “a los veinte, una biblioteca es una ilusión, a los cuarenta un lugar de plenitud y a los sesenta un recordatorio permanente de que la vida no te va a alcanzar para leerlos todos” (2021, 12). Mi objetivo al escribir este libro es que llegue a lectores de todas las edades, y que ojalá no termine dentro de aquellos libros que están esperando en una biblioteca para ser leídos.

Dos particularidades de los insectos son su gran diversidad y el hecho de que se pueden encontrar en casi todos los sitios del planeta. Estas dos consideraciones finales, diversidad y ubicuidad, me llevaron a buscarlos en la ciencia, el arte, la literatura, el cine, la mitología y la historia de todos los sitios que he visitado durante mis viajes, o en todos los textos que leía, e incluso en todas las conversaciones que tenía con diferentes personas. Aunque solo uno de los capítulos que siguen tiene por nombre “Curiosos”, en realidad del primero al último son un recorrido científico, histórico y cultural por lo más espectacular y llamativo que he podido encontrar sobre los insectos a lo largo de muchos años de búsqueda y gracias a conversaciones con muchas personas muy interesantes que, sin darse cuenta, me fueron ayudando para construir mi gabinete de curiosidades de insectos.

En su *bestseller El infinito en un junco*, la escritora española Irene Vallejo (2021, 100) nos habla específicamente de leer como la estrategia para conseguir que de esos enormes hormigueros de papel que son los libros podamos lograr que esos extraños insectos negros que los componen nos hablen. Por su parte, para

Este gabinete de curiosidades de insectos

el austriaco Stefan Zweig, en su novela *Mendel, el de los libros*, las letras en los libros son “delicadas, silenciosas y del tamaño de patas de insectos” (2023, 998), pero en el párrafo final de la misma novela resalta: “los libros solo se escriben para conservar un vínculo con las personas, más allá del propio aliento, y así defenderse del implacable adversario de toda la vida: la fugacidad y el olvido” (2023, 1003). Este libro está escrito entonces con caracteres del tamaño de patas de insectos (según Zweig) o como un enorme hormiguero (según Vallejo) para conservar ese vínculo con ustedes, mis lectores, pero además para que juntos evitemos la fugacidad y el olvido al que hemos sometido a los insectos desde el momento en que perdimos el contacto con la naturaleza.

Para concluir, me gustaría resaltar que el poeta y bibliógrafo otomano Abdüllatif Çelebi, quien vivió entre 1491 y 1582 y fue mejor conocido como Latifi, llamó a cada uno de los libros de su biblioteca “un verdadero y afectuoso amigo que disipa todas las preocupaciones” (Manguel 2022, 9); si tomamos esto como cierto, estoy seguro de que el libro que están leyendo en estos momentos va a ocupar un lugar especial en las bibliotecas de sus casas, y que además lo van a buscar de manera repetida como hace cualquiera de ustedes con un verdadero amigo.

Bueno, no esperemos más. Ahora sí los invito a iniciar conmigo este recorrido por mi gabinete de curiosidades de insectos; espero que en la medida en que lo lean comiencen a sentir un aprecio muy especial por esos maravillosos y muy diversos habitantes del planeta Tierra. Ojalá al final de la lectura ustedes, al igual que yo, sean capaces de encontrar y mirar de una manera muy diferente a todos y cada uno de los insectos que se les crucen en sus vidas. Si este libro logra ese objetivo, sentiré que el gabinete de curiosidades de insectos ha cumplido su cometido.



## Capítulo 2

# ¿Quiénes son los insectos?

*Alle Sumsemänner haben seit vielen hundert Jahren nur fünf Beinchen. Jetzt ist das Geschlecht ausgestorben bis auf mich. Ich bin der letzte Fünfbeinige. Das sechste Beinchen aber, das ist auf dem... Mond.*

[Todos los miembros de la familia Zumbante han tenido solo cinco patitas durante muchos cientos de años. Ahora nuestro linaje está extinto, excepto yo. Soy el último de cinco patas. Pero la sexta patita está en... la Luna.]

*Peterchens Mondfahrt (1915)*  
Gerdt von Bassewitz (1878-1923)

### ¿Es o no es un insecto? Esa es la pregunta

Siempre he creído que no se puede cuidar o proteger lo que no se conoce. Con preocupación notamos cada vez más el apremiante llamado de los expertos en insectos a que prestemos atención a la disminución de sus números en el ámbito mundial.

Para muchas personas que ven en los insectos algo desagradable, molesto y peligroso, con seguridad estas noticias deben ser motivo de regocijo. Sin embargo, esa alegría o tranquilidad que pueden sentir algunos debería ser mejor una situación de pánico como la que intentan transmitir los expertos con sus anuncios. En realidad, el regocijo por esa noticia es producto del desconocimiento y la ignorancia sobre la importancia de los insectos, entre otras razones, para nuestro planeta y nuestra alimentación. Vamos a retomar más adelante el papel de los insectos en la alimentación, pero lo resalto acá porque nuestra visión antropocentrista e individualista, cuando se enfrenta con que le estamos causando daño al planeta, no reacciona de la manera adecuada, sencillamente porque damos por sentado que esa situación es algo lejano, que no nos va a afectar o, que si lo hace, será a largo plazo. Muy desafortunado si se piensa de esa manera. Por el contrario, cuando hablamos de la alimentación y vemos que sí nos puede afectar como individuos a mediano o a corto plazo, de pronto ahí sí ponemos un poco más de atención al llamado. Esta es entonces la invitación que quiero hacer con este libro: los insectos no son unos invasores desagradables y peligrosos, sino animales cuya presencia deja ver claramente que nos encontramos en un medio ambiente saludable y que está funcionando como debería ser. Debemos comenzar a tenerle miedo al día en que no haya insectos en la Tierra. Ojalá nunca lleguemos a ese momento porque, como muy bien dice el biólogo E. O. Wilson: “las personas necesitamos a los insectos para sobrevivir, pero ellos no nos necesitan a nosotros” (2006, 33).

Creo que la mejor respuesta a la frase “no se puede cuidar lo que se desconoce” me la dio una estudiante en la Universidad. Ella siempre se sentaba en la primera fila y miraba con detenimiento cada una de las explicaciones que yo le daba al grupo con respecto a los diferentes insectos. Sin embargo, no pudo pasar desapercibido para mí que cada vez que yo mostraba un insecto proyectado en el tablero ella cerraba sus ojos. Ante esta situación repetitiva, mi curiosidad no pudo más y en una oportunidad en que la misma reacción se presentó le hice la clásica pregunta: “¿les tiene miedo a los insectos?”. La respuesta no podía ser otra más que la esperada: “sí”. A esta le siguió mi contrapregunta, mal pensada:

¿Quiénes son los insectos?

“¿por qué inscribió este curso entonces?”. Lo que contestó la estudiante me dejó atónito: “pues para aprender más de ellos y poder perderles el miedo”.

Este es el momento en el que yo todavía no estoy seguro de que esa estudiante les haya perdido el miedo a los insectos, pero sí estoy seguro de que al terminar el curso su visión sobre ellos debió cambiar profundamente. Los insectos nunca podrán dejar de formar parte de nuestras vidas en diferentes aspectos y, por ello, es mejor empezar a respetarlos y a dejar de considerarlos como algo peligroso.

Para comenzar a valorar los insectos de una manera diferente podemos iniciar el recorrido con una anécdota histórica: tras el asesinato de Julio César en los idus de marzo del año 44 a. e. c., una alianza por cinco años (43-38 a. e. c.) fue realizada entre Marco Antonio, César Octaviano y Marco Emilio Lépido. Esta alianza, conocida como el segundo triunvirato, buscaba solventar la ausencia de poder en el Imperio romano haciendo uso de la repartición de su territorio.

Durante este triunvirato llegó a oídos del famoso escritor romano Virgilio que se pensaba promulgar un decreto por el que se expropiarían las tierras de los terratenientes para repartirlas entre los soldados jubilados. Sin embargo, de este decreto se excluirían todos aquellos terrenos en los que hubiera tumbas, por considerarlas sagradas. Se cuenta entonces que, para evitar perder sus tierras, Virgilio organizó un funeral digno de emperadores para su mascota. Para el funeral se invirtieron ochocientos mil sestercios de bronce y se celebró en su mansión, con la participación de cincuenta músicos, los mejores vinos y viandas exquisitas para atender la participación de importantes personalidades como su protector, Cayo Mecenas.

En el funeral, el cuerpo de su mascota fue envuelto en un sudario y, mientras escritores romanos famosos recitaban poemas en honor del fallecido, el envoltorio fue depositado en un mausoleo que se había mandado a construir para este fin en sus tierras. El epitafio decía así: “*MVSCA. Sit tibi urna levis et molliter ossa quiescant*” (“Mosca. Séate leve esta urna y descansen en ella tus huesos”) (Revista de Historia, 2021).

¿Realidad o mito? No lo sabemos, pero en efecto muchas personas pueden considerar que un funeral tan pomposo es una exageración para una mosca. Yo no lo veo así; por el contrario, considero que esta narración reconoce, valora e ilustra de manera excepcional el importante papel que han desempeñado los insectos en la naturaleza y a lo largo de la historia de nuestra civilización.

Si alguien quiere saltarse los siguientes párrafos para terminar en menos tiempo este libro con seguridad lo puede hacer; el resultado será que terminará aprendiendo mucho sobre insectos y su papel en la historia, su presencia en las obras de arte, en la música y, claro está, en la naturaleza. Pero la principal consecuencia de la omisión de los párrafos que siguen será que nunca va a saber verdaderamente qué es un insecto. Por ello mi recomendación es leer con atención lo que viene.

Debemos empezar por definir qué es un insecto. Una pregunta sencilla, pero que en realidad tiene implicaciones claras para ellos. Si no sabemos qué son, ¿cómo vamos a poder cuidarlos?

### **Dime cuántas patas tiene y te diré si es un insecto**

A lo largo de mi vida profesional me he dado cuenta de que una de las desinformaciones más frecuentes que existen en el común de las personas es sobre qué es un insecto. Para la muestra, voy a relatar una anécdota muy frecuente en la casa de cualquier biólogo o amante de la naturaleza: “Jooooorge, venga y me saca ya este insecto de mi casa. Si no viene rápido lo voy a matar, antes de que se vuele”. Cuando revisaba de que estábamos hablando, la mayoría de las veces procedía a llamar la atención a los miembros de mi familia sobre la identidad del animal objeto de la discordia familiar, y la conclusión solía ser clara: no es un insecto, sino una araña. Esta respuesta retadora, por lo general, conducía a la siguiente reacción exasperada: “no me importa qué es; o lo saca, o lo mato”.

## ¿Quiénes son los insectos?

Ante esta situación de desconocimiento diferencial entre los insectos y las arañas, viene bien iniciar por aclarar qué es un insecto. Siempre he pensado que el problema de reconocer qué es o qué no es un insecto es un asunto de repulsión generalizada a las matemáticas. Es más, no solo a las matemáticas sino a sus cuatro pilares conocidos como las cuatro operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división.

Muy seguramente varios lectores en este punto comenzarán a pensar a qué elucubración virgiliana me puedo estar refiriendo; por tanto, procederé a aclarar mi posición. Un insecto es una suma de patas; para ser más precisos, exactamente ir adicionando patas hasta alcanzar el número mágico de seis que se deben dividir en tres a cada lado del cuerpo. Si uno le resta a las seis patas de los insectos dos patas, eso se llama perro, caballo, gato, cerdo, etc.; y en caso de que uno continúe con las restas y si descuenta dos patas más, se llega a un animal nuevo que se llama humano. Por el contrario, si a las seis patas de los insectos se le suman dos más, eso se llama araña, escorpión o garrapata adulta; todos ellos tienen ocho patas. La adición de un par más de patas extra nos conduce a un nuevo animal que se llamará cangrejo. Ahora bien, si incluimos la última operación matemática y multiplicamos por dos el número de patas de los insectos por el valor adecuado llegamos a lo que se llama ciempiés o milpiés. En realidad, ni los ciempiés tienen cien patas ni los milpiés tienen mil. Entre los milpiés la única excepción es el nuevo ejemplar de *Eumillipes persephone* (*Eumillipes* viene del griego *Eu* = verdadero, y del latín *mille* = mil y *pes* = pies) descubierto en Western Australia y que sí tiene 1306 patas. Ahora bien, lo que pasa con los animales que tienen muchas patas es que cuando uno comienza a contarlas y se sobrepasa un punto se concluye sin continuar la cuenta que son tantas como cien; y si son muchísimas más, decimos que deben ser *como mil*. Para ser más exacto, los ciempiés tienen dos patas por cada segmento de su cuerpo y los milpiés tienen dos pares de patas por cada segmento corporal. La anterior es una regla básica e importante para recordar y reconocer estos animales; en especial porque los ciempiés son venenosos y agresivos si se los molesta, mientras que los milpiés no.

## Gabinete de curiosidades de insectos

En resumen, en cuanto al número de patas los animales son los siguientes: dos patas = humano, cuatro patas = perro u otros animales domésticos, seis patas = insecto, ocho patas = araña, diez patas = cangrejo, muchas patas = ciempiés y muchísimas patas = milpiés. Sin odio a las matemáticas, es claro entonces que la unión de las operaciones matemáticas con la biología lleva de manera rápida, sencilla y clara a una aproximación mejor de lo que es a ciencia cierta un insecto.

¿Pueden existir animales mutantes en estos números de patas? Sí, pero solo a nivel artístico y no en la vida real. Me explico: durante uno de mis viajes a Leticia (Amazonía colombiana) compré en un almacén de artesanías una “cucaraña” elaborada por un artesano en madera de sangre de toro. A primera vista, la artesanía permite identificar a un cucarrón, pero con tan mala suerte que el artesano que lo elaboró le dejó ocho patas. De ahí el nombre de “cucaraña” que cariñosamente le asigné a mi artesanía. El otro ejemplo que tengo es un grafiti que me encontré en la Avenida El Dorado en Bogotá. En este caso el grafiti muestra a un “arasecto”, es decir un animal que claramente tiene dos regiones corporales como es típico del cuerpo de una araña, pero con tan solo seis patas como si se tratara de un insecto. De ahí el nombre que le asigné.

Entonces, seis patas son tan importantes para identificar a los insectos, que dentro de la taxonomía de los animales este grupo de organismos pertenece al Subphylum Hexápoda (*hexa* = seis y *poús* = patas). La clase Hexápoda pertenece al reino de los animales y al *phylum* de los artrópodos (*árthron* = articulación y *poús* = patas); es decir, animales con patas articuladas. Con seguridad, y sin riesgo de equivocarse, pueden recordar a futuro la siguiente regla que elaboré a partir de la famosa frase de *Rebelión en la granja* (*Animal farm*) del novelista George Orwell: “todo lo que camina a dos patas es un enemigo. Todo lo que camina a cuatro patas, o tiene alas, es un amigo” (2023, 76-77), y ahora mi anexo: todo lo que camina sobre más de cuatro patas es artrópodo (insectos, arañas, cangrejos, ciempiés o milpiés) y si tiene alas, además, es un insecto.

¿Quiénes son los insectos?



**Figura 2. La “cucaraña” (artesanía amazónica)**

Cucarrón con ocho patas, tallado en madera sangre de toro.

**Fuente:** fotografía del autor.

### **Para recordar: un insecto tiene seis patas y...**

Sin embargo, las matemáticas en un insecto van más allá de sus patas. Para ser un insecto, un animal debe tener además tres regiones corporales (cabeza, tórax y abdomen), alas y un esqueleto externo. Vamos entonces a aclarar cada una de estas partes para lograr formar en nuestras cabezas una buena imagen de lo que es un verdadero insecto: el plan corporal de construcción de los insectos permite repartirles funciones claras y específicas a estas tres regiones en su cuerpo. Veamos cuáles son estas funciones: en la cabeza se concentran los órganos de los sentidos (ojos compuestos, dos antenas y piezas bucales para chupar o para masticar) y el cerebro para analizar toda esta información sensorial y tomar decisiones. A continuación, y por detrás de la cabeza, se encuentra el tórax, que está compuesto de tres segmentos y su función es permitir ubicar las seis patas (dos por cada segmento torácico como en los ciempiés; la diferencia con los ciempiés es que ellos continuaron poniéndole patas a todo el resto de sus segmentos corporales) y las alas en los dos segmentos posteriores del tórax (en caso de que el insecto las tenga). Las matemáticas de las alas en insectos son muy claras: pueden tener cero, dos o cuatro alas sin excepción. La pérdida de alas se ha estudiado especialmente en los insectos palo, en los cuales en diferentes grupos las alas se han perdido o se han vuelto a recuperar. ¿Qué pasó con las alas que deberían estar en el primer segmento del tórax? Esas proyecciones en el grueso de los insectos no se observan, pero en el grupo de los membrácidos (chinchas) el primer par de alas se convirtió en una innovación que hace que en la parte dorsal de estas chinchas se vean como protuberancias de diferentes formas, tamaños y colores característicos de este grupo de insectos. Entonces, el tórax es la región del cuerpo de un insecto donde se encuentran principalmente todos los músculos necesarios para mover las seis patas y las dos o cuatro alas; en este punto se puede concluir que la función del tórax en los insectos es la de permitirles caminar o volar. Finalmente, por detrás del tórax se encuentra la última región corporal conocida como abdomen; en esta parte del cuerpo los insectos, como buenos animales, ubican todos los órganos que debemos tener los animales: estómago, riñones, órganos reproductivos, sistema excretor y demás.

## ¿Quiénes son los insectos?

Tanto la cabeza como el tórax y el abdomen son regiones corporales conformadas por la unión de varios segmentos corporales. Para hacernos una idea, es como si tomáramos muchos anillos y los pusiéramos uno detrás del otro. Cada uno de esos anillos corresponde a un segmento corporal, y la unión y la actividad coordinada de algunos de estos segmentos conformarán las regiones corporales. Los animales que tienen el cuerpo dividido en segmentos reciben el nombre de insectos (en latín *insectus*, que se forma a partir del participio pasado del verbo *insecare* = hacer un corte o incisión). La idea de cortar o tener segmentos también estaba presente en el nombre que los griegos daban a los insectos y de ahí se deriva la palabra *éntomon*, voz que se origina de *éntemnein* o cortar, que se refiere a un ser dividido en pedazos y de donde proviene el nombre de la ciencia que estudia a los insectos: entomología. La palabra *entomología* se introdujo a mediados del siglo XVIII en lugar del sinónimo *insectología* utilizado hasta entonces; fue empleada tan exitosamente que el famoso Carl Linneo (1707-1778) decidió incluirla en su famosa nomenclatura binomial que mencionaremos más adelante.

Ahora bien, cada uno de los segmentos del cuerpo de un insecto tiene como estructura de soporte unas placas externas conformadas principalmente, pero no exclusivamente, de un azúcar de cadena larga conocida como quitina. Esta molécula orgánica con las debidas combinaciones de otros compuestos puede dar una mezcla de rigidez con flexibilidad suficiente para constituir lo que denominamos un esqueleto externo o exoesqueleto. Nuestros huesos están compuestos esencialmente de fosfato cálcico inorgánico y forman un esqueleto interno o endoesqueleto bastante rígido. Las ventajas de nuestro esqueleto interno es que como individuos podemos crecer con él (todo padre que tenga que comprarles ropa a sus hijos sabe que hay que preocuparse por hacerlo con relativa frecuencia para cubrirlos externamente). De lo que pase internamente durante el crecimiento no hay que preocuparse, porque con comida y cariño es suficiente para que el esqueleto interno crezca mientras pasamos por las fases de bebés, niños, adolescentes y, finalmente, adultos.

En los insectos sus placas externas no pueden crecer con ellos; por esta razón deben mudar (romperlo, salirse, crecer y formar un nuevo exoesqueleto) para

así aumentar el tamaño. Para ilustrar lo que es un insecto siempre he recurrido al experimento mental de tener en las manos un bebé humano recién nacido, introducirlo en la armadura de un caballero medieval proporcional a su tamaño y, luego, proceder a quitarle todos sus huesos. Para soportar su cuerpo en contra de la fuerza de la gravedad el bebé ahora cuenta con la armadura externa, y para lograr moverse hacemos que sus músculos desconectados de los huesos removidos se puedan anclar entonces a diferentes puntos de la armadura. Cada vez que el bebé vaya a crecer debe romper la armadura, salirse de ella, formar una acoplada al nuevo tamaño del organismo y luego endurecerla. Así crece un insecto, y solo cuando endurece su exoesqueleto es que alcanza sus colores tradicionales. Mientras lo endurece los insectos son blancos y de ahí lo afortunadas que son algunas personas observadoras, que encuentran insectos blancos ocasionalmente en la naturaleza; quiere decir que estos animales blancos acaban de mudar y mientras no endurezcan su exosqueleto no podrán moverse.

A partir de este punto y con las descripciones presentadas en los párrafos anteriores, ahora sí tenemos todos los elementos necesarios para dar la explicación que siempre quise darle a mi familia y que nunca me permitieron dar: las arañas no son insectos, pero sí son parientes cercanos de los insectos porque pertenecen al mismo *Phylum* de los artrópodos (animales con patas articuladas). ¿Por qué una araña no es un insecto? Para una persona que quiera almacenar poca información en su cabeza la respuesta es sencilla: porque tiene más de seis patas. Si, por el contrario, alguien quiere alardear de una mejor memoria sin recurrir a Google o a ChatGPT la respuesta debería ser: las arañas no son insectos porque tienen más de seis patas, dos regiones corporales, no tienen antenas ni alas y muerden como los perros porque tienen colmillos.

Incluso la famosa polilla tarántula (sobre ella vamos a aprender más en el último capítulo de este libro) que se ha hecho popular por sus patas llenas de pelos, su abdomen dilatado y las cuatro alas oscuras y llenas de escamas como las de una polilla es en realidad eso, una polilla con sus seis patas, sus dos antenas y sus cuatro alas. Nada de araña; es una polilla que pertenece a la especie *Anthereaea*

¿Quiénes son los insectos?

*polyphemus* y habita Norteamérica. Cualquiera de ustedes que introduzca su nombre científico en internet no dejará de sorprenderse porque algunas de las imágenes les mostrarán claramente un híbrido entre polilla y tarántula.

Para terminar, podemos también llevarnos en la cabeza el siguiente retruécano para no confundir a los insectos con el resto de sus parientes cercanos: los insectos son artrópodos, pero no todos los artrópodos son insectos. De acá en adelante nunca más vamos a volver a hablar de arañas u otros artrópodos, la razón: porque no son insectos y este libro solo va a hablar de insectos. Entonces chao arañas y otros artrópodos con una colección de más de seis patas.

## Hazme un dibujo de un insecto

Uno de mis ejercicios favoritos en mis clases introductorias sobre insectos en la universidad es solicitar a los estudiantes que hagan un dibujo con una representación de lo que para ellos es un insecto. Claro está que el primer mensaje de tranquilidad antes de iniciar la tarea es que no se va a tener en cuenta las habilidades como dibujante del estudiante; esto calma un poco la situación estresante, pero crea para muchos de ellos el dilema de qué dibujo hacer. Entre otras cosas porque solo cuando éramos niños nos pedían con frecuencia hacer dibujos, y lo veíamos como algo natural. Ahora, como adultos universitarios, cada vez se vuelve más remota una solicitud de este tipo y, por tanto, la necesidad de cumplir con este ejercicio crea una sensación de incomodidad que debe ser subsanada.

Si alguna vez quieren ver respuestas asombrosas a esta simple pregunta solo hagan este mismo ejercicio con sus familiares o amigos; con seguridad no van a poder creer los resultados tan asombrosos que van a obtener. Yo me he encontrado con respuestas minimalistas que van desde un punto negro en toda una hoja blanca, pasando por versiones filmicas al estilo de un *alien* de Hollywood (producto del miedo que tratan de dejar grabadas en la memoria películas de insectos gigantes que atacan a las hermosas actrices y a los valientes y musculosos

actores), pasando por versiones de insectos antropomorfizados como los que se pueden ver en la serie de televisión de la Abeja Maya (una prueba más del trastorno por déficit de la naturaleza y de la necesidad de estar menos pegados al televisor, para tener más contacto con la naturaleza), y terminando con representaciones sencillas de mariposas.

Es muy extraño que una persona del común llegue, sin ningún tipo de información que le anteceda, a realizar un dibujo cercano a la realidad de lo que es un insecto. Errores muy frecuentes son: ponerle más o menos patas de las que debe tener o ubicar las patas saliendo de cualquier parte del cuerpo, errores que como ya vimos no deben suceder si alguien conoce a un insecto real con sus seis patas saliendo solamente de la región corporal conocida como el tórax.

## **¿Los insectos son buenos o malos?**

### **Ni buenos ni malos: son animales**

Los intentos por responder esta pregunta nos llevan fácil y rápidamente a las construcciones socioculturales que las personas de diferentes culturas y países elaboran sobre lo que es un insecto. Generalmente, la definición de qué es un insecto suele ser muy tenue y ambigua, permitiendo de esa manera que animales de diferentes grupos taxonómicos y no relacionados entre ellos caigan dentro de esta etnocategoría. ¿Por qué pasa que diferentes tipos de animales pueden caer dentro de la categoría insecto? Como lo explica Eraldo Costa-Neto (2000), los sistemas de clasificación de las formas de vida denominadas *insectos* son identificadas y descritas a partir no solo de caracteres morfológicos y biológicos, sino de criterios psicoemocionales. En otras palabras, la taxonomía popular se basa tanto en el conocimiento de las características biológicas (dimensión cognitiva) como en los sentimientos (dimensión afectiva), las creencias (dimensión ideológica) y los comportamientos (dimensión etológica). Es por esto por lo que, usualmente, a nivel sociocultural se ha creado la categoría insecto para incluir todos aquellos animales que son

¿Quiénes son los insectos?

nocivos, transportadores de enfermedades, que producen miedo, desdén o son “desagradables”. Una consecuencia nefasta de esta etnocategoría es que incluso animales que deberían pertenecer al grupo de los insectos son excluidos de ella sencillamente porque son útiles, son bonitos o no causan daño, y deja abierta la posibilidad de que animales muy distantes taxonómicamente de los insectos pueden ser incluidos dentro de esta categoría, como por ejemplo arañas o escorpiones.

Es decir, ¿qué es?, o ¿qué no es un insecto? Esto depende para muchas personas en el mundo de una carga sentimental positiva o negativa. Para ilustrarlo voy a presentarlo de esta manera: una mariposa para muchas personas no es un insecto porque es llamativa, con su vuelo alegra el ambiente y no causa daño; por el contrario, una araña o una cucaracha sí son insectos para muchos porque son “desagradables”, hacen daño y pueden transmitir enfermedades. Ahora viene una situación complicada para algunas personas: ¿una abeja es o no un insecto? Esta con seguridad va a ser una pregunta difícil de responder puesto que las abejas son buenas porque producen miel, pero malas porque pueden picar y hacer daño.

Para demostrar cómo muchas veces el odio a los insectos es meramente una cuestión de desconocimiento de ellos, revisemos el caso de las abejas y las avispas que pertenecen al mismo grupo taxonómico dentro de los insectos. Sin embargo, debido a que a nivel general existe desde el jardín infantil un fuerte y constante reforzamiento del papel ecológico que cumplen las abejas como polinizadoras y productoras de miel, entonces el grueso de las personas no las odia tanto como a las avispas, las cuales debido a la falta de conocimiento de su papel ecológico y a que además nos pican, reciben entonces de parte de nosotros un odio infundado e inmerecido. El resultado de este odio infundado es tremendamente perjudicial para los insectos y se le conoce como el síndrome del insecto muerto. Este síndrome es tan perjudicial, que la respuesta automática de cualquier persona que lo sufre es la de matar al animal apenas se encuentra con uno de ellos.

¿Cuál es el problema de definir a un insecto como algo malo? Que en realidad estas categorías creadas artificialmente por los humanos no tienen en cuenta más que miedos infundados que nos han sido troquelados en nuestros cerebros desde que éramos niños. No hay nada peor que una madre o un padre miedosos de los insectos criando a un niño y transmitiéndole sus miedos. Esta transmisión de información perjudicial para el planeta debe suspenderse ya. ¡Por favor, no asusten a los niños con los insectos! Hay que enseñarles a respetarlos como los animales que son, pero a no tenerles miedo ni a considerarlos algo que debe morir por invadir nuestras casas.

Como lo muestra Jeffrey Lockwood (2013) en su maravilloso libro *The infested mind*, los insectos evocan el miedo en los humanos por medio de su capacidad para invadirnos, evadirnos, reproducirse, dañarnos, molestarnos y desafiar-nos. Todas estas sensaciones se hacen especialmente evidentes cuando los encontramos en nuestras casas; si se expresan en una persona que ve insectos dentro de su casa y la inducen a comportarse como una verdadera entomofóbica (con fobia a los insectos), lo más seguro es que vaya a terminar aplicando insecticidas para combatirlos. Como consecuencia de esta actividad defensiva no solo se estará autoenvenenando, sino que además estará causándole daño al planeta; el uso indiscriminado de insecticidas, y en grandes proporciones, contamina el agua y el suelo, acaba con insectos benéficos, elimina a los enemigos naturales de los insectos, lleva a la resistencia a los insecticidas y, con ello, al resurgimiento de poblaciones de plagas. Por favor, no usen insecticidas en sus casas.

Si no es con insecticidas, entonces ¿qué opciones tenemos para combatir a los insectos? No creo que sea necesario que se llegue a la situación de la reina Cristina de Suecia (1626-1689) quien odiaba tanto a las pulgas, como todos sus súbditos, que mandó a construir un cañón de 15 cm de longitud y pequeñas balas con las que disparaba a toda pulga que se le cruzara. Tampoco veo que sea necesario llegar a la posición de san Bernardo de Clairvaux, quien decidió un día excomulgar a los mosquitos que infestaban su iglesia y le bebían la sangre a los fieles que participaban en la misa.

¿Quiénes son los insectos?

Si tuviera que escoger entre el pequeño cañón sueco, la excomunión o los insecticidas, me inclino más por apoyar el uso del cañón que todavía se conserva en el Arsenal de Estocolmo; al fin y al cabo, aún puede pasar que la puntería de quien lo dispare permita que el insecto sobreviva al ataque. Los insecticidas, por su parte, sí que no fallan; además de afectar no solo al insecto objetivo, perjudican a todos los demás que se encuentren por mala suerte en el mismo sitio. La excomunión de san Bernardo de Clairvaux no entra de ninguna manera en discusión.

En definitiva, no se puede seguir aceptando la famosa frase de la novela *Rebelión en la granja* de George Orwell: “todos los animales son iguales, pero algunos son más iguales que otros” (2023, 193), en la que salta a la vista que los insectos son animales al igual que lo son un perro, una ballena, una vaca, un caballo, un delfín o un panda, por solo nombrar algunos de aquellos animales por los que la mayoría de los humanos sienten una atracción y fascinación especial, pero al mismo tiempo ubicarlos en una categoría secundaria porque para algunos humanos suelen ser peligrosos, desagradables o generar miedo. Esto debe cambiar, y la tarea está indudablemente en las manos de los futuros papás y mamás de este planeta.

## **Las alas y su importancia para reconocer los insectos**

Ya aprendimos que los insectos pueden carecer de alas, o tener uno o dos pares en los dos segmentos posteriores del tórax. Pero no hemos aprendido todavía que las alas son tan importantes en los insectos que su taxonomía a nivel de grandes grupos u órdenes se basa en cuántas tienen, o cómo están organizados estos apéndices en la parte dorsal de un insecto. Solo para entender esta importancia veamos cuántos órdenes de insectos existen y cómo se los identifica con sus nombres latinos. Podemos aceptar que en la actualidad se reconocen treinta órdenes que, organizados alfabéticamente, son los que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Órdenes de insectos

Orden	Significado	Ejemplo	Alas	Aparato	Metamorfosis
Archaeognatha	Arkhiós, antiguo Gnathos, mandíbula		No	Masticador	No = Ametábolos
Blattodea	Blatta, aplanado	Cucarachas	4 membranas	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Coleóptera	Koleos, estuche Pterón, ala	Cucarrones	2 anteriores rígidas y 2 posteriores membranosas	Masticador	Completa = Holometábola
Dermáptera	Derma, piel Pterón, ala	Tijeretas	2 anteriores rígidas y 2 posteriores membranosas	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Díptera	Di, dos Pterón, ala	Mosquitos, moscas	2 membranosas y 2 halterios	Chupador	Completa = Holometábola
Embióptera	Envíos, avivados Pterón, ala		4 en machos y 0 en hembras	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Efemeróptera	Ephemeró, efímero Pterón, ala	Efimeros	2 o 4 membranas	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Grylloblattodea	Aspecto de cucaracha y grillo		No	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Hemiptera	Hemi, mitad Pterón, ala	Chinches	2 anteriores con base dura y 2 membranosas	Chupador	Incompleta = Hemimetábola
Himenóptera	Hymen, membrana Pterón, ala	Abejas, avispas, abejorros, hormigas	4 membranas en reinas y machos	Masticador	Completa = Holometábola
Isóptera	Iso, igual Pterón, ala	Termitas	4 membranas en reinas y machos	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Lepidóptera	Lepidos, escama Pterón, ala	Mariposas y polillas	4 alas con escamas	Chupador	Completa = Holometábola
Mantophasmatodea	Aspecto de mantis y fásimido	Gladiadores	No	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Mantodea	Mantis, divina	Mantis religiosas o rezanderas	4 alas	Masticador	Incompleta = Hemimetábola

## ¿Quiénes son los insectos?

Mecóptera	Mekos, largo Pterón, ala	Moscas escorpión	0 o 4 alas	Masticador	Completa = Holometábola
Megalóptera	Megalo, grande Pterón, ala		4 alas con venas abundantes	Masticador	Completa = Holometábola
Neuróptera	Neuron, nervio Pterón, ala		4 alas con venas abundantes	Masticador	Completa = Holometábola
Odonata	Odon, diente Gnato, mandíbula	Libélulas	4 alas con venas abundantes	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Ortóptera	Orthos, recto Pterón, ala	Saltamontes langostas y grillos	0 o 4 alas	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Phasmatodea	Phasma, fantasma	Insectos palos	0 o 4 alas	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Phthiráptera	Phthir, piojo Aptera, sin alas	Piojos	No	Masticador o chupador	Incompleta = Hemimetábola
Plecóptera	Plecos, plegado Pterón, ala		4 alas	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Psocóptera	Psokos, roer Pterón, ala	Piojos de los libros	0 o 4 alas	Masticador	Incompleta = Hemimetábola
Raphidóptera	Rhaphé, costura Pterón, ala	Moscas serpientes	4 alas con venas abundantes	Masticador	Completa = Holometábola
Siphonáptera	Siphon, tubo Aptera, sin ala	Pulgas	No	Chupador	Completa = Holometábola
Strepsíptera	Streptos, enrollar Pterón, ala		4 en machos y 0 en hembras	Vestigial	Completa = Holometábola
Thysanoptera	Thysanos, fleco Pterón, ala	Trips	0 o 4 alas	Chupador	Entre incompleta y completa
Trichóptera	Trichos, pelo Pterón, ala		4 alas peludas	Masticador	Completa = Holometábola
Zoráptera	Zor, puro Aptera, sin alas	Insectos ángel	0 o 4 alas	Masticador	Incompleta = Hemimetábolos
Zygentoma	Zygón, puente Entoma, insecto	Pececitos de plata	No	Masticador	No = Ametábolos

**Fuente:** elaboración propia. La columna "Significado" se tomó de Wolff (2006).

## Gabinete de curiosidades de insectos

De esta lista de treinta órdenes salta inmediatamente a la vista que en veintidós de ellos se encuentra el sufijo *-ptera* o *pterón* que significa ala; o *aptera* que significa sin alas. Esto demuestra que la presencia y la forma de las alas son caracteres importantes que permiten en algunos casos identificar a qué grupo taxonómico pertenece un insecto.

Algunas de estas características son tan visibles que cuando se mencionan facilitan inmensamente aprenderse los órdenes de los insectos sin mayor complicación. Solo para hacernos una idea veamos algunos ejemplos: díptera significa dos alas, característica que es sobresaliente de las moscas y mosquitos que tienen solo dos alas anteriores, porque las dos posteriores se modificaron en halterios o balancines, que son muy importantes para mantener el equilibrio durante el vuelo. Otro ejemplo son las mariposas o polillas; cualquier persona que las haya tomado con sus dedos por las alas en alguna oportunidad se habrá dado cuenta de que, al soltarlas, los dedos quedan con el color de las alas marcadas. Esto obedece a que las alas de las mariposas y polillas están cubiertas de escamas que se desprenden fácilmente y así pasan a fijarse a la piel de los dedos. Finalmente, podemos mencionar el caso de los cucarrones que reciben el nombre de coleóptera, debido a que su par de alas anteriores son rígidas y útiles para proteger como un estuche al par de alas membranosas inferiores que son utilizadas durante el vuelo. Para no cansarlos con explicaciones del nombre de los órdenes de los insectos y sus raíces griegas, dejo en la segunda columna de la tabla 1 el significado de los diferentes nombres de los treinta órdenes de insectos existentes.

Una cosa es que un insecto tenga alas para volar en la actualidad, pero otra muy diferente es cuál fue la función original con la que aparecieron las alas en los insectos. Sobre esta función original de las alas en los insectos se han manejado cuatro hipótesis: (1) las alas fueron usadas originalmente para el cortejo y atraer pareja; (2) las alas sirvieron como superficie para crear corrientes de ventilación que ayudaban al intercambio gaseoso en la respiración acuática; (3) las alas sirvieron como paneles para radiar o absorber energía solar y termoregular la temperatura corporal, y (4) las alas servían para controlar la caída del insecto al saltar o planear.

## ¿Quiénes son los insectos?

En principio, una persona se puede inclinar hacia la última como la más obvia de todas las hipótesis. Claro, es casi intuitivo que si ahora sirven para volar, originalmente debieron servir para evitar estrellarse muy duro después de un salto o para planear. Una posible confirmación de esta hipótesis se puede encontrar en la observación muy interesante realizada en hormigas neotropicales que viven en el dosel del bosque y que, por diversas razones (el viento o la presencia de mamíferos arbóreos o aves predatoras), pueden verse obligadas a perder contacto con el árbol. Ante esta situación se ha visto que estas hormigas no caen al suelo, sino que por el contrario planean y vuelven al árbol donde se encuentra su hormiguero. Todo esto sin necesidad de alas. Esta observación no solo se ha hecho en hormigas neotropicales, sino también en algunas africanas. Entonces, todo parece indicar que los insectos primero planearon y después volaron con la ayuda de las alas.

## ¿Cuántas especies de insectos existen?

¿Cuántas especies?, y ¿cuáles son los órdenes más abundantes dentro de los insectos? Estas son dos de las preguntas más frecuentes que me hacen. A la primera suelo responder así: de no ser por las bacterias y las Archaeas, que son los organismos procariotas más abundantes sobre el planeta, los insectos serían los organismos con el mayor número de especies existentes. Viéndolo así, el honor que nadie les puede quitar a los insectos es el de ser los eucariotas con más especies sobre el planeta. Además, nadie les puede quitar tampoco el mérito de haber logrado prosperar en diferentes ambientes como los marinos, dulceacuícolas y terrestres.

Para responder a la segunda pregunta miremos algunos datos: estimativos hablan de 1400 especies marinas de insectos incluyendo regiones intermareales, 100 000 especies dulceacuícolas y 5,5 millones de especies terrestres, de las cuales hasta el momento solo han sido descritas, y por tanto tienen un nombre científico, 1 024 000 especies. De estas 387 000 son cucarrones (Coleóptera), 157 000 son mariposas/polillas (Lepidóptera), 155 000 son moscas/mosquitos

## Gabinete de curiosidades de insectos

(Diptera), 117 000 son abejas/abejorros/avispas/hormigas (Himenóptera), 104 000 son chinches (Hemíptera) y 24 000 son saltamontes/grillos/langostas (Ortóptera). Es decir que, si alguien sueña con descubrir alguna nueva especie para la ciencia, con claridad tiene mucha opción de encontrarla dentro de los insectos. Es más, si se vive en los trópicos el potencial de encontrar una nueva especie de insectos es aún mayor.

Para hacernos una idea del potencial de especies de insectos que hay en los trópicos tomemos como ejemplo a Colombia. Los datos reportados a mediados del 2025 por el Instituto Alexander von Humboldt (*Biodiversidad en cifras*, 2025) hablan de aproximadamente 14 000 especies registradas en el país, con estimativos de que debe haber unas 80 000 especies de insectos. De las casi 14 000 especies reportadas, 3249 corresponden a cucarrones, 1930 son mariposas, 1108 son hormigas, 434 son abejas y 2059 pertenecen al grupo de los dípteros, donde están entre otros las moscas y los mosquitos. A futuro los números seguirán cambiando, pero es de esperar que, como sucede en el resto del mundo, la posición de los tres primeros órdenes con mayor número de especies (cucarrones, mariposas/polillas y moscas/mosquitos) no cambie. En definitiva, ellos son los grupos de insectos más exitosos en el planeta.

Otro aspecto importante para tener en cuenta con los insectos es no solo cuáles son los órdenes más abundantes en número de especies sobre el planeta, sino también cuáles de ellos son los que aportan mayor biomasa porque tienen muchos individuos. En este caso, sin lugar a dudas, los insectos sociales que forman grandes colonias como las hormigas (Himenóptera) o las termitas (Isóptera) deben sobresalir. La eusocialidad (organismos sociales que muestran división de labores entre castas y surgimiento a partir de los mismos parentales) es considerada como una de las mayores innovaciones en los insectos. Esta organización social en los insectos surgió hace 124 millones de años en el medio terrestre, y hace 24 millones de años en los océanos. Ambas contribuyen a realzar la biodiversidad y la biomasa que se encuentran en la actualidad. En efecto, los insectos sociales representan solo el 2 % de todas las especies, pero en términos de biomasa equivalen a más de la mitad de la de los insectos.

¿Quiénes son los insectos?

A pesar de toda esta biomasa, los insectos y, en general, los artrópodos con 1 Gt C (1 Gigatón de carbono) están lejos de los organismos vivos con más biomasa sobre el planeta, como son las plantas, con 450 Gt C.

Muy bien, ya que tenemos claro que los insectos son los eucariotas más abundantes en el planeta en términos de número de especies, la siguiente pregunta que surge es: ¿qué es una especie? Para dar respuesta a este interrogante vamos a partir de que estas preguntas rápidas generalmente suelen ser las más difíciles de responder; una prueba de ello es que la definición de especie cuenta con ejemplos de definiciones teóricas y operacionales. Si dejamos de lado las teóricas y nos centramos en las operacionales, que son las que más nos gustan a los biólogos, las dos que sobresalen inmediatamente son la definición biológica y la definición morfológica de especie. La diferencia fundamental entre ambas es que mientras la morfológica resalta las diferencias en formas y colores de los individuos, la definición biológica propuesta por el eminente biólogo Ernst Mayr establece que “una especie es una comunidad de poblaciones aisladas reproductivamente de otras y que ocupan un nicho específico en la naturaleza” (1999, 120). Es decir, dos individuos pertenecen a una misma especie solo si dentro de una población pueden reproducirse sexualmente con otros individuos y tener descendencia fértil.

Con los insectos se trabaja generalmente con estas dos definiciones de especie y una prueba de ello es que en muchas oportunidades, para describir nuevas especies, se utilizan como caracteres definatorios las diferencias en formas de sus órganos reproductivos. Si tus órganos reproductivos son diferentes, con seguridad existe una alta probabilidad de que no te vas a poder reproducir y tener descendencia fértil con otros individuos. Entonces, sin lugar a dudas, perteneces a una especie diferente.

## **En la transformación está la clave**

Gracias a que la mayoría de los insectos se reproducen de manera sexual, y a que interactúan machos y hembras de una misma especie con el fin de mantenerla

y perpetuarla en el tiempo, tenemos tanta diversidad de ellos en el planeta. Sin embargo, se han reportado casos de insectos partenogénéticos cuyas especies solamente tienen hembras y estas se reproducen sin la necesidad de que haya machos. A este tipo de partenogénesis se le conoce como telitoquia. Para lograr reproducirse las hembras sin machos tienen dos opciones: (1) o bien eliminando la división celular encargada de producir los gametos con la mitad de información genética (meiosis) en un proceso conocido como apomixis, o (2) dejando llevar a cabo la meiosis, pero restaurando el doble juego de cromosomas (diploidia) que tienen normalmente todos los insectos como producto de la reproducción sexual (un juego de cromosomas lo suministra el padre y el otro la madre) por medio de un proceso que se conoce como la automixis; es decir, la fusión de dos gametos de un mismo individuo y que lo realiza la hembra normalmente durante o después de realizar la meiosis.

Ahora bien, si dejamos de lado la partenogénesis y nos centramos exclusivamente en la reproducción sexual clásica de los insectos, vamos a observar desde individuos machos y hembras que se encuentran individualmente para reproducirse, hasta los conocidos como enjambres o nubes de insectos donde se congregan grandes cantidades de ellos en el aire para este fin. Dentro de los enjambres más espectaculares que se pueden observar en la naturaleza se tienen las grandes nubes rojas de insectos de la especie *Chaoborus edulis*, que se pueden encontrar en lagos africanos como el Victoria o el Malawi, y que por la gran cantidad de individuos moviéndose y volando sobre la superficie del agua los observadores pueden quedar sin aliento ante este maravilloso fenómeno natural de reproducción sexual.

No importa si la reproducción sexual fue sencilla o espectacular como la de los enjambres en África; el resultado posterior es que la hembra va a iniciar una nueva generación de insectos con la postura de los huevos. Podemos entonces decir que, en general, los insectos dan inicio a su vida como huevos y a partir de este punto tienen tres opciones para seguir: (1) no llevan a cabo ninguna transformación más allá de cambiar de tamaño después de salir del huevo y, por tanto, son insectos ametábolos (*a* = sin y *metabolous* = transformación); (2) llevan a cabo una transformación total o completa y se conocen

¿Quiénes son los insectos?

como insectos holometábolos (*holo* = total y *metabolous* = transformación), o (3) llevan a cabo una transformación parcial o incompleta y son insectos hemimetábolos (*hemi* = parcial y *metabolous* = transformación). Como vimos en la tabla 1 con los órdenes de insectos, la última columna resalta el tipo de transformación o metamorfosis (como se le conoce técnicamente) que llevan a cabo cada uno de ellos.

¿Qué es entonces la metamorfosis? Es esa transformación que sirve para desconcertar a cualquier persona no familiarizada con los insectos y que además nunca haya visitado un mariposario. Si una persona ha visitado alguna vez un mariposario sabe que una larva alargada y llena en algunas oportunidades de pelos urticantes (con venenos que pueden producir inflamación de tejidos), es el mismo individuo que, después de un tiempo y bajo condiciones específicas, sufrirá un cambio para convertirse en una bella mariposa. Los antiguos romanos llamaban *larvas* a los espectros de los antepasados que atormentaban a los descendientes que descuidaban el culto a sus muertos. En el siglo XVIII el vocablo larva fue tomado por los naturalistas para identificar las fases inmaduras de los animales que sufren metamorfosis. Eso es entonces una metamorfosis: el cambio o la transformación que sufren los insectos durante su ciclo de vida. Lo que pasa en algunos insectos es que este es un cambio brusco o total (holometábolo) porque en algunos casos pasamos de algo que parece una lombriz gorda y comelona (larva u oruga) a una lombriz delgada, con patas y alada que se llama mariposa.

Dos aspectos tienen en común la metamorfosis de los insectos: inicia con un huevo y termina con un adulto con órganos reproductivos. La diferencia entre los tipos de transformación radica entonces en los pasos intermedios entre el huevo y el adulto. Como vimos, en la transformación total (holometábolo) los pasos son huevo, larva, pupa y adulto. Otros tipos de transformaciones incluyen a los insectos ametábolos y hemimetábolos en los que los cambios o transformaciones son menos bruscas o radicales. En estos insectos los estadios inmaduros y de adultos se caracterizan por ser exactamente iguales en forma; la única diferencia es su variación en tamaño y la presencia de alas y órganos reproductivos en los adultos.

## Gabinete de curiosidades de insectos

En los insectos con transformación incompleta (hemimetábolos) luego del huevo viene una serie de pasos intermedios que mantienen una misma morfología, pero varían en tamaño de manera progresiva hasta alcanzar el tamaño definitivo del adulto. A estos pasos intermedios se les conoce como estadios ninfales y el número que tenga un insecto depende del grupo al que pertenece. Entonces, la diferencia entre una ninfa y un adulto es que las ninfas: (1) tienen siempre un tamaño menor al del adulto, (2) carecen de alas y (3) tampoco tienen órganos reproductivos. Como vemos en la tabla 1, ejemplos de insectos hemimetábolos son las cucarachas, las chinches, los grillos y los piojos, por nombrar a los más comúnmente reconocidos por las personas.

La palabra *ninfa* viene del griego y significa novia o joven en edad de casarse; la palabra también hace referencia a la idea de crecer y a las deidades menores típicamente femeninas que se asocian a un lugar natural concreto donde frecuentemente moraban manantiales, arroyos, montes, bosques o grutas. Por lo general las ninfas nunca envejecían. Todas estas ideas claramente se asocian con lo que para los insectos son las ninfas; es decir, fases de crecimiento que viven en sitios específicos y que están muy lejos de envejecer.

A su vez, en los insectos con transformación completa (holometábolos) entre el estadio de huevo y de adulto aparecen dos nuevas fases: una fase de larva u oruga con varios estadios que incluyen cambio de tamaño y que durante todo su tiempo solo comen, defecan y crecen; y una fase de pupa en la cual el individuo deja de comer, se protege y lleva a cabo la transformación total de su morfología externa e interna. Dentro del grupo de insectos holometábolos sobresalen claramente las mariposas, los cucarrones, las pulgas, las abejas, las avispas, las moscas y los mosquitos.

Por ejemplo, en el caso de las mariposas todos hemos oído que sus larvas u orugas se caracterizan por comer hojas de plantas para obtener y almacenar la energía necesaria para transformarse en adulto durante el estadio pupal. Sin embargo, una excepción a esta norma en las mariposas es la de la especie *Phengaris (Maculinea) arion*. En este caso tenemos una mariposa que es un parásito social obligado, con un ciclo de vida complejo que involucra la ovoposición

## ¿Quiénes son los insectos?

(postura de los huevos) en una planta huésped (pueden ser de *Origanum* spp. o *Thymus* spp.) como era de esperarse. Las larvas eclosionadas de los huevos ovopositados por una hembra se alimentan de la planta durante tres semanas; luego de este tiempo, el ciclo de vida sufre un cambio radical e inesperado: se dejan caer en el suelo para aumentar el éxito de entrar en contacto con ciertas hormigas del género *Myrmica*. Una vez en el suelo, y con su morfología que semeja una larva de hormiga, comienzan a secretar unas gotas ricas en azúcar con las que atraen a hormigas forrajeadoras; cuando se da el encuentro las larvas contraen su cuerpo, hinchan sus segmentos del tórax y se levantan en forma de “S”. Se cree que esta turgencia (contracción del cuerpo) junto con la secreción de las gotas de azúcar induce a la hormiga a reconocerla como una de sus larvas extraviadas y procede a llevarla al interior de su hormiguero. Grave error, porque una vez que la larva de mariposa se encuentra en el hormiguero abandona su dieta vegetariana y se transforma en un predador carnívoro que se alimenta de las hormigas indefensas durante los próximos nueve meses. Al saciar su apetito carnívoro al interior del hormiguero se transforma en pupa, y luego pasa a su maravilloso estadio de mariposa que se reconoce por los bordes de las alas negros, la parte interior del ala azul y con algunas manchas negras. Bellísima, y conocida por sus características morfológicas y comportamentales como la mariposa hormiguera de lunares.

Lo que pasa en el estadio de pupa en un insecto holometábolo es digno de resaltar. Para ilustrarlo un poco por favor retomemos nuestro experimento mental con el bebé metido dentro de la armadura medieval, al que ya le quitamos los huesos y tiene sus músculos unidos a la armadura. Bien, ahora vamos a hacer que ese bebé rompa la armadura y, además, tenga alas. Para mover estas alas va a necesitar nuevos músculos que hay que desarrollar e insertar en los sitios adecuados; también va a perder algunos músculos que ya no serán necesarios para moverse como una lombriz. Esto es exactamente lo que significa una pupa, y esta transformación radical se tuvo que llevar a cabo para llegar a cada uno de los cucarrones, mariposas, pulgas, mosquitos, abejas y avispas que vemos volando. Maravillosa transformación sin lugar a dudas.

Una revisión rápida de la tabla 1 deja ver que 11 de los órdenes mencionados llevan a cabo la transformación completa. Si tenemos en cuenta que los fósiles más antiguos conocidos de insectos proceden de hace 412 millones de años en el Devónico temprano y que hace más o menos unos 350 millones de años aparecieron los insectos con transformación completa a la cual pertenecen los órdenes con mayor cantidad de especies, es claro que este tipo de metamorfosis presenta ventajas con respecto a la transformación incompleta; por ejemplo, la reducción de competencia entre las diferentes fases de los ciclos de vida por los alimentos. Veámoslo de esta manera: mientras en los insectos con transformación incompleta todas las fases (ninfas y adultos) consumen lo mismo y compiten por el alimento, las larvas de los insectos con transformación completa requieren recursos diferentes a los adultos y en la fase de pupa no consumen alimentos. En ese orden de ideas, este tipo de estrategia para evitar competencia les confiere importantes ventajas que han hecho a estos grupos de insectos tan exitosos.

No podemos terminar este apartado sin llamar la atención del lector sobre las capacidades para sobrevivir de los insectos: pensemos en que nosotros los humanos hemos estado como especie sobre la Tierra tan poco tiempo (200 000 años) y ni siquiera hemos experimentado hasta el momento una extinción masiva (la última fue hace 65 millones de años y les causó la muerte a los dinosaurios). Esto plantea que como especie no sabemos de verdad lo que es sobrevivir, como si lo han hecho algunos organismos vivos con poco o mucho éxito. Un ejemplo verdaderamente excepcional de sobrevivencia son los insectos; si tenemos en cuenta que ellos aparecieron hace 412 millones de años, el que tengamos insectos en la actualidad es gracias a que sus ancestros sobrevivieron a los efectos catastróficos de cuatro de las cinco grandes extinciones masivas: la del Devónico hace 367 millones de años, la del Pérmico hace 251 millones de años, la del Triásico hace 210 millones de años y la del Cretáceo hace 65 millones de años. Es decir que la única que no vivieron los insectos fue la del Ordoviciano hace 439 millones de años, se salvaron de experimentarla por unos pocos millones de años.

¿Quiénes son los insectos?



**Figura 3. Metamorfosis en insectos**

A la izquierda encontramos las larvas y pupas de un cucarrón (insecto holometábolo) que crecen entre las ramas de los árboles; a la derecha encontramos una libélula (insecto hemimetábolo) que tiene sus fases inmaduras en el agua y que se conocen como náyades.

**Fuente:** ilustración de Pablo Emilio Realpe.

## Con un nombre tomamos posesión

En la naturaleza humana para tomar posesión de algo lo primero que hacemos es darle un nombre, y eso es exactamente lo que se hace en las ciencias biológicas cuando se describe una nueva especie. “*Nomina si nescis, perit et cognitio rerum*” (“cuando no se conoce el nombre de las cosas, muere su conocimiento”).

Ese nombre, por tradición, debe tener raíces a partir de los cultos al griego o al latín (Código Internacional de Nomenclatura Zoológica 1999, art. 26) (como vimos en los nombres de los órdenes de insectos que se presentan en la tabla 1); por ello se deben escribir en cursiva, para denotar en un texto que ese es un idioma diferente al que se está utilizando durante la escritura.

Como verán a lo largo de este libro, he escrito y voy a seguir escribiendo nombres científicos de insectos; para ello siempre hay que seguir unas normas establecidas por Linneo. Estas dicen que el nombre científico de una especie debe estar compuesto de dos palabras: la primera es el nombre genérico, que es un sustantivo y debe ir siempre su letra inicial con mayúscula; el segundo es el nombre específico, que es un adjetivo que lleva su letra inicial en minúscula. Ejemplo: las abejas pertenecen a la especie *Apis mellifera* (Código Internacional de Nomenclatura Zoológica 1999, art. 28).

Después de que un nombre científico ha sido escrito varias veces en un documento, las normas permiten que a partir de la segunda aparición se lo presente en su versión acortada; es por esta razón que muchas veces se encuentran solo la primera o las dos primeras letras del género seguidas de un punto y luego el nombre específico completo. En nuestro ejemplo de las abejas podemos escribir ahora el nombre de la especie así: *A. mellifera* (Código Internacional de Nomenclatura Zoológica 1999, art. 25).

En caso de que la especie tenga subespecies o razas, el nombre científico pasa a ser ahora trinomial, siendo el tercer nombre el de la subespecie: por ejemplo, la libélula española se llama *Cordulegaster boltonii ibérica*, y ahora en sus versiones acortadas permite que el género y la especie lleven solo sus primeras letras seguidas de un punto y el nombre subespecífico completo: *C. b. Ibérica*

¿Quiénes son los insectos?

(Código Internacional de Nomenclatura Zoológica 1999, art. 25). De nuevo, esta versión abreviada es válida solo si previamente en el texto se ha dejado claro de qué especie se está hablando porque se escribió el nombre completo.

Por último, los nombres científicos van acompañados del nombre de la persona o personas que la describieron y del año en el que se hizo la publicación de la descripción. Si este nombre y año van o no entre paréntesis también es una regla que dice: si el nombre científico desde su publicación original donde se describe la especie no ha cambiado, va sin paréntesis; por el contrario, en aquellos casos en los que el nombre científico después de su descripción ha sufrido algún cambio, el nombre del descriptor y el año de la descripción van entre paréntesis. De esa manera el lector sabrá que en el texto original de la descripción no lo va a encontrar bajo esa designación binomial que está leyendo. Generalmente la parte que cambia en el nombre científico es el género. En nuestro caso de *Apis mellifera*, si queremos incluir el nombre de la persona que la describió y la fecha, debería quedar así: *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, porque la describió Linneo en 1758 y desde esa fecha el nombre científico de las abejas no ha cambiado (Código Internacional de Nomenclatura Zoológica 1999, art. 51).

La unión de todo lo dicho se convierte entonces en una norma (Código Internacional de Nomenclatura Zoológica 1999). Como se trata de una norma en las ciencias biológicas se debe seguir al pie de la letra y sin excepción: cursiva, dos palabras (primera con mayúscula, segunda con minúscula) y nombre y año de descripción, con o sin paréntesis dependiendo del caso.

Esta norma, así como la existencia de los nombres científicos, permite que investigadores que hablan los diferentes idiomas del planeta cuando se comuniquen entre ellos puedan entender de qué especie están tratando sin problemas de idioma. Como ejemplo podemos tomar a la clásica abeja, que también se conocen como *bee*, *Biene*, *abeille*, nombres todos muy diferentes dependiendo del país donde nos encontremos y de la lengua que se hable allí; sin embargo, para todos los biólogos y sin importar su lengua materna, las abejas se llaman desde Linneo como *Apis mellifera*.

## Goliath, Liliputiense y Sansón

Ahora que sabemos bastante sobre los insectos, vamos a incluir un par de datos curiosos. El primer dato interesante es sobre el insecto actual más grande que se conoce; en este caso nos encontramos con dos insectos palos que están entre los 32 cm y 36 cm de longitud, pertenecientes a las especies *Phyganistria heusii yentuensis* y *Phobaeticus chani* respectivamente. Por su parte, los insectos con mayor masa corporal pertenecen a los cucarrones en los que encontramos las especies *Goliathus goliatus* y *Goliathus regius* de África y *Megasoma elephas*, *Megasoma actaeon* y *Titanus giganteus* de Suramérica. Otros insectos de proporciones gigantes son el Weta gigante *Deinacrida heteracantha* de Nueva Zelanda, la chinche de agua *Lethocerus maximus* y *Lethocerus grandis* de Suramérica y la polilla *Attacus atlas* de Asia. Todos ellos caben con dificultad en la mano de una persona.

Por su parte, el registro del insecto más pequeño del mundo se lo reparten el cucarrón *Scydosella musawasensis*, que con sus 325  $\mu\text{m}$  de largo es el insecto de vida libre más pequeño y se encuentra a 10 km de Bogotá en el bosque de niebla del Parque Nacional Chicaque, y la avispa parasitoide *Dicopomorpha eschmepterygis* con 139  $\mu\text{m}$  de largo para algunos machos ápteros (sin alas) y 550  $\mu\text{m}$  para las hembras. Estas avispas atacan los huevos de los insectos psocópteros *Eschmepteryx hageni* en Norteamérica.

Finalmente, el Sansón de los insectos corresponde al cucarrón *Onthophagus taurus*, que puede levantar hasta 1141 veces su propio peso. Dentro de las hormigas no se queda atrás la especie *Oecophylla smaragdina*, que levanta 100 veces su propio peso.

Es decir, los cucarrones dentro de los insectos se especializan por romper varias marcas: la mayor diversidad de especies en insectos, los de mayor masa, los más pequeños y los más fuertes. Fuera de serie son entonces los cucarrones o coleópteros.

## Capítulo 3

# Insectos en ambientes severos predecibles

*Así como en la naturaleza no es menos  
digno de estudio el olvidado insecto que la  
inconmensurable arquitectura de los mundos.*

*El equipaje del rey José (1875)*  
Benito Pérez Galdós (1843-1920)

### ¿Qué es un ambiente extremo?

El biólogo y filósofo Jakob von Uexküll (1864-1944), vinculado a la Universidad de Hamburgo, propuso en 1934 lo que venía trabajando desde 1909 y que sería tal vez su contribución mas importante para la biología: la noción de *Umwelt*. Esta palabra alemana se entiende a nivel biológico como el mundo perceptible en el que cada uno de los organismos existe y actúa como sujeto. Para llegar a esta propuesta, Uexküll establece que no solo los humanos son sujetos; también los animales lo son, y tomando este elemento como base propone en su célebre trabajo titulado *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen*

que va a llevar a los lectores a una aventura interesante, llena de mundos extraños y desconocidos para los humanos, pero que son conocidos para otros animales. La descripción de Uexküll es espectacular y por eso la transcribo a continuación:

El mejor momento para emprender tal aventura es en un día soleado. El lugar, una pradera cubierta de flores, zumbando de insectos, sobrevolado de mariposas. Aquí podemos echar un vistazo a los mundos de los pequeños habitantes de la pradera. Para ello, debemos primero crear imaginariamente una burbuja de jabón alrededor de cada criatura para representar su propio mundo, que contiene percepciones que solo ella conoce. Cuando entramos a una de estas burbujas, la familiar pradera se transforma. Muchas de sus características y colores desaparecen, otras no aparecen más juntas sino en nuevas relaciones. Un mundo nuevo nace. A través de la burbuja vemos el mundo del gusano, de la mariposa o del ratón; el mundo como aparece a los animales mismos, no como aparece ante nosotros. A este podríamos llamarlo mundo fenoménico o mundo propio del animal. (Ostachuk 2013, 50)

Este es el verdadero nacimiento de la noción de *Umwelt*; hay tantos mundos posibles como animales hay en la naturaleza. Todo lo que un animal percibe forma parte de su mundo perceptual (*Merkwelt*), que lo lleva a un resultado o mundo operacional (*Wirkwelt*). Tanto el mundo perceptual como el operacional forman juntos una unidad cerrada que es el *Umwelt*, donde se puede entender al organismo y su medio ambiente formando un sistema integral; es decir, tanto el organismo como su medio ambiente deben verse como una estructura unitaria, que debe considerarse de forma holística.

Ahora bien, muchas veces me han preguntado: ¿cuáles son típicos ambientes extremos para los insectos en el planeta? La respuesta a la pregunta no es muy fácil, a pesar de que a muchos inmediatamente se le vengan a la cabeza varios ejemplos. La dificultad de la respuesta radica en especial en la definición de *ambiente extremo*, que establece que es aquel en que algunos factores físicos y químicos (por ejemplo: temperatura, presión, pH, saturación de oxígeno,

## Insectos en ambientes severos predecibles

salinidad, etc.) o biológicos (por ejemplo: cantidad de nutrientes, densidades poblacionales, disponibilidad de presas, entre otros) caen en los bordes de los rangos normales, haciéndolo inhabitable para humanos y modelos de organismos típicos como la bacteria *Escherichia coli* o el nemátodo (gusano) *Caenorhabditis elegans*. Acá salta a la vista que la definición es bastante antropocéntrica y deja claro que lo que para nosotros es un ambiente extremo porque tiene una temperatura muy alta, o una baja humedad, o una concentración de oxígeno muy baja, o una mezcla de varias de ellas, en realidad para un organismo adaptado a ese ambiente con seguridad no lo es. Además, con certeza ese ambiente no es extremo para ese animal porque es cierto que se caracteriza por tener condiciones severas en alguna(s) variable(s), pero estas son altamente predecibles. Por ejemplo, es predecible que en un desierto siempre hace mucho calor durante el día y mucho frío en las horas de la noche. Para los organismos vivos, en general, lo más complicado no son los ambientes severos predecibles; los más complejos son los ambientes con eventos severos impredecibles como tormentas, huracanes, carencia temporal de alimentos, presencia de predadores, la llegada de un nuevo organismo patógeno para la especie, etc.

¿Por qué los ambientes severos predecibles no son un problema tan serio para los animales? Porque como vamos a ver con diferentes ejemplos de insectos en este capítulo, aquello que desde nuestro punto de vista es un insecto viviendo en ambientes extremos, para ellos no lo son. En realidad, eso forma parte de su *Umwelt* y gracias al proceso de selección natural sus combinaciones genéticas han sido seleccionadas a lo largo del tiempo para seguir pasándose de generación en generación; por tanto, estas condiciones ambientales severas, pero predecibles, son en realidad para cada uno de ellos su medio ambiente natural.

## Insectos y radiación

En 1961 el radioastrónomo Frank Drake postuló lo que se conoce como la ecuación de Drake. Esta ecuación con sus parámetros de fracciones busca estimar

## Gabinete de curiosidades de insectos

en nuestra galaxia (la Vía Láctea) la cantidad de potenciales civilizaciones que son susceptibles de poseer emisiones de radio que les permitan comunicarse con nosotros.

La ecuación ha recibido varias actualizaciones y críticas desde su formulación, pero lo interesante de la versión original es que el último parámetro establece el lapso medido en años que una civilización inteligente y con capacidades para comunicarse por radio logra sobrevivir a su autodestrucción. Es decir, el último parámetro de la ecuación de Drake trata de dejar claro que las civilizaciones inteligentes no están exentas de autoeliminarse. En el caso de nuestro planeta Tierra, los riesgos más claros que nos acechan actualmente, a pesar de toda nuestra inteligencia y los logros alcanzados en cuanto a ciencia y tecnología, son el calentamiento global y las armas nucleares.

La autodestrucción con armas nucleares nos ha acompañado como especie desde que, bajo el liderazgo de Robert Oppenheimer, el proyecto Manhattan hizo una detonación controlada en el desierto de Nuevo México en Estados Unidos el 16 de julio de 1945. Antes de completar un mes después de esta prueba, y con fines disuasivos, se realizaron las dos primeras explosiones nucleares en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki. La descripción de John Hersey en su libro *Hiroshima* (2020) sobre lo acontecido en esa ciudad durante y después de la explosión es verdaderamente desgarradora.

A pesar de las terribles consecuencias de las explosiones nucleares, la sombra del cataclismo nuclear nos ha acompañado claramente a todos los que crecimos viviendo la época de la Guerra Fría entre Estados Unidos y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Como es de esperar, la guadaña nuclear y sus efectos se han dejado sentir en todos los niveles de nuestra civilización, incluyendo el arte y la literatura.

Esto ha sido así hasta el punto de que en la conferencia dictada en Ixtapa-México en 1986 por Gabriel García Márquez, titulada “El cataclismo de Damocles”, el nobel describe los minutos después de la última explosión nuclear. En el documento nos dice que después de esa “catástrofe magna” la creación

## Insectos en ambientes severos predecibles

se habrá terminado “y el único vestigio de lo que fue la vida serán las cucarachas” (1986, 8).

Esta afirmación de Gabo sobre las cucarachas como sobrevivientes nucleares se ha escuchado de manera recurrente y ha llevado a muchas personas a asumir que estos insectos están superdotados, y que cuentan con capacidades excepcionales para sobrevivir a la catástrofe nuclear. ¿Será que esto es cierto?

Los libros y las películas sobre el accidente nuclear sucedido el 26 de abril de 1986 en el reactor nuclear de Chernobyl muestran que, luego de la exposición a la radiación causada por el desastre, los pisos de los edificios de dicha ciudad se encontraban llenos de moscas muertas. Estas observaciones dejan claro que por lo menos las moscas no son muy buenas resistiendo ciertos niveles de radiación. ¿Será entonces que las cucarachas sí son mucho mejores que las moscas en su capacidad de resistencia a la radiación?

Experimentos realizados con varias especies de insectos muestran que efectivamente hay un límite de radiación máxima que la mayoría de especies de insectos no soportan y que, asimismo, valores de radiación mayores a ese límite tienen consecuencias en las expectativas de vida de todos ellos. En particular, la especie de cucaracha *Periplaneta americana* (una de las especies de cucaracha más común en el mundo) fue la especie de insecto más sensible a la radiación, y la especie de cucarrón *Attagenus piceus* fue la menos sensible. Los resultados acumulados muestran que no es posible establecer que unos grupos taxonómicos de insectos son más susceptibles que otros a la radiación. Lo que sí parece estar teniendo un efecto en la capacidad de soportar mejor la radiación es el tamaño de los insectos; contrario a lo que se esperaría, las especies de insectos más grandes son más sensibles a la radiación que las más pequeñas.

Entonces es claro que, ante un evento de autodestrucción por bombas nucleares, la mayoría de los insectos al igual que el resto de los organismos vivos que habitan el planeta van a sufrir los efectos de nuestra falta de autocontrol.

## Insectos en el espacio aéreo

Los hermanos Wright realizaron el primer vuelo con un aeroplano en 1903, pero solo fue hasta el 10 de agosto de 1926 cuando surgió la idea de hacer el primer vuelo con un monoplano para capturar insectos en una columna de aire de la atmósfera. Los resultados de ese experimento y de varios otros desarrollados posteriormente fueron muy interesantes y nos dejaron atónitos sobre las capacidades de los insectos.

Por ejemplo, para capturas realizadas entre 15 m y 4267 m de altura se encontró un efecto de las condiciones climáticas y las horas del día sobre estas, lo que demuestra entonces que esos dos parámetros desempeñan un papel importante para tener en cuenta. Además, se encontró que la mayor densidad de insectos se capturaba en los primeros 30 m y se estimó que para ese momento había la no despreciable densidad de 25 millones de insectos en una columna de aire de 1 milla cuadrada de superficie. En términos generales, aquellos insectos más grandes y fuertes se encontraban cerca de la superficie, mientras que los más pequeños y frágiles eran llevados por movimientos de aire a mayores alturas de una manera totalmente azarosa. Por ejemplo, se encontraron mariquitas (Coleoptera) a 1828 m, crisomélidos (Coleoptera) a 914 m, moscas escorpión (Mecoptera) a 1524 m, *Drosophila* o moscas de la fruta (Diptera) entre 61 m y 914 m, mosquitos del hongo (Diptera) entre 2134 m y 3048 m, tábanos (Diptera) entre 61 m y 305 m, hormigas obreras (Hymenoptera sin alas) a 1219 m, avispas Ichneumonoidea (Hymenoptera) hasta 1524 m y moscas parasíticas (Diptera) o algunos áfidos (Hemiptera) rompiendo el récord y encontrándolos a 4267 m.

Estos resultados dejan claro que, sobre nuestras cabezas y sin darnos mucha cuenta, además de aviones y aves se pueden encontrar varios insectos que de manera voluntaria (volando) o por accidente (arrastradas por corrientes de aire) se están moviendo por la atmósfera. De ahí creo que viene la frase del comediante español Luis Álvaro Rodríguez: “detesto que los insectos violen mi espacio aéreo”.

## Insectos en ambientes severos predecibles

La capacidad de los insectos de ocupar el espacio aéreo extiende de manera muy prometedora sus posibilidades de colonizar nuevos ambientes. Ejemplos claros de colonización los encontramos en islas de origen volcánico como Krakatoa (Sudeste Asiático) y las islas Galápagos (Suramérica). En el caso de Krakatoa, su erupción altamente destructiva del 27 de agosto de 1883 convirtió a la gran isla en un reducto al sur conocida como Rakata. Donde antes estaba la parte norte de la isla comenzó, el 26 de enero de 1928, a aparecer la nueva isla conocida como Anak Krakatoa o el hijo de Krakatoa, que continuó creciendo hasta agosto de 1930 cuando pasó a ser una formación rocosa clara en el pasaje entre Java y Sumatra. Anak Krakatoa junto con sus hermanas remanentes de la erupción Lang, Verlaten y Rakata, pasaron a conformar lo que en la actualidad se conoce como el archipiélago de Krakatoa. Cuando Anak Krakatoa apareció era un sitio totalmente baldío y sin vida animal o vegetal, pero listo para ser colonizado. Una vida sin competidores es lo mejor para especies de organismos pioneros con altas tasas de reproducción como los insectos. Una sola hembra fecundada que llegue por corrientes de aire a una isla desierta se convierte en la nueva Eva capaz de poblar en muy poco tiempo todo ese espacio libre. Claro está, siempre y cuando las fuentes de alimento estén disponibles y sean abundantes.

Trabajos realizados el siglo pasado estimaron que entre 5000 a 500 000 insectos podían llegar diariamente por corrientes de aire a Anak Krakatoa. Estos números son aún más impresionantes si tenemos en cuenta que la porción de tierra más cercana a la isla se encuentra entre 35 km y 44 km de distancia.

Para el caso de las islas Galápagos la situación es muy parecida a la descrita para Krakatoa, pero mucho más exigente si tenemos en cuenta que el grupo de islas suramericanas se encuentran a 972 km de distancia del punto continental más cercano. Estas distancias no son tan fáciles de evacuar por los insectos. Sin embargo, los insectos más grandes y pesados pueden realizar este viaje tan largo sobre parches de vegetación flotantes que por corrientes marinas los llevan a las islas, mientras que los insectos pequeños lo pueden lograr por corrientes de aire. Prueba de ello es que un entomólogo durante un fenómeno

## Gabinete de curiosidades de insectos

del Niño en 1992 ubicó redes en botes que viajaban entre las diferentes islas y logró coleccionar más de 18 000 especímenes de arañas e insectos. Es decir, hay un claro y notorio tráfico aéreo entre las islas que componen este archipiélago del océano Pacífico.

Tomando como base lo anterior, muchos de los lectores se preguntarán sobre los efectos para los insectos de poder respirar a diferentes alturas en una columna de aire. Lo primero para tener en cuenta es que los insectos son capaces de controlar la entrada de oxígeno para evitar que el tóxico  $O_2$  produzca daño en sus células; por eso yo siempre les recomiendo a mis estudiantes que si quieren retardar su envejecimiento lo que deben hacer es dejar de respirar tanto. Con cada bocanada de aire que tomamos, cada uno se está envenenando lentamente y reduciendo de manera paulatina, e irrevocable, su expectativa de vida. Segundo, es importante tener en cuenta que para respirar los insectos realizan una simple difusión de gases a través de un sistema de tubos (tráqueas y traqueolas) que lleva el oxígeno a todas las partes del cuerpo y que ingresa a través de los orificios (espiráculos) ubicados a todo lo largo de su cuerpo. Entonces, si se quiere ahogar a un insecto no se le puede tapar la nariz, porque no la tiene; además si se le tapa la boca no se le puede ahogar, sencillamente porque no respiran a través de la boca y porque tienen muchos espiráculos u orificios en todo su cuerpo para realizar el intercambio gaseoso. Tercero, insectos grandes pueden ayudar su intercambio gaseoso por medio de ventilación apoyada, para lo cual es de gran ayuda el movimiento del abdomen o la presencia de sacos aéreos que corresponden a tráqueas agrandadas.

Luego de conocer estos detalles es clave saber que experimentos realizados con 8 órdenes de insectos a diferentes presiones atmosféricas, iniciando en 1013 mb (1 atmósfera de presión) que corresponde a una presión atmosférica normal, y que fueron hasta 0 mb con temperaturas entre 23 °C y 25 °C, demostraron que al bajar la presión de los gases los insectos incrementaban su movimiento debido a la irritación por el cambio de presión, y que por debajo de 500 mb (0,4935 atm) en casi todos caía la tasa de actividad. Con presiones por

## Insectos en ambientes severos predecibles

debajo de 150 mb (0,148 atm) los más grandes comenzaron a usar respiración apoyada con ventilación del abdomen. Se encontró además que, bajo condiciones extremas, hormigas y grillos como *Gryllus domestica* pudieron vivir a presiones de 100 mb (0,099 atm) por 24 horas y la mayoría de los insectos pudieron sobrevivir más de 24 horas a 200 mb (0,1974 atm). Muy claro sí resultó que los insectos morían después de pocos minutos si se los bajaba a menos de 10 mb (0,001 atm). Estos 10 mb corresponden entonces a lo que desde el punto de vista fisiológico se conoce como el punto de Pauster, que es esa presión a la que la respiración cesa.

Para hacernos una idea práctica en vida real sobre las capacidades respiratorias de los insectos, podemos pensar que para acercarnos a puntos respiratorios críticos en la columna de aire altitudinal un insecto debería encontrarse a 15 km de altura (100 mb); incluso a 25 km de altura (cerca de 25 mb) todavía podrían sobrevivir. Entonces, en el caso de que existieran insectos interesados en coronar el monte Everest (8849 m s. n. m.), estos con seguridad podrían lograrlo manteniendo muy abiertos sus espiráculos y teniendo en cuenta que la presión que se espera encontrar en la cumbre sería de 400 mb. Sin embargo, la falta de alimento y las bajas temperaturas sí los podrían afectar en caso de que decidan subir a conquistar la cumbre. Aunque, como veremos a continuación, hay mecanismos para lidiar como insecto con ambientes en los que predominan las bajas temperaturas.

## Insectos en los círculos polares y glaciares

A pesar de que los insectos son animales ectotérmicos y, por tanto, sin capacidad de regular su temperatura corporal, es muy interesante que bajo condiciones de bajas temperaturas como las que se pueden encontrar en los círculos polares ártico y antártico se han identificado insectos como dípteros y colémbolos. Pero en el ártico, y no tan al norte, también se hallan algunos himenópteros, lepidópteros y coleópteros.

## Gabinete de curiosidades de insectos

En los países escandinavos (Suecia, Noruega y Finlandia), donde la nieve cubre la superficie hasta por seis meses, se crean tres microhábitats donde se pueden encontrar insectos: (1) subniveos como colémbolos, cucarrones, moscas y avispas que viven debajo de la nieve y nunca la atraviesan; (2) intraniveos como colémbolos que se mueven entre los pequeños poros que quedan en la nieve y por ello se mueven entre ella, alcanzando en algunas oportunidades a llegar hasta la superficie, y (3) supraniveos como las moscas sin alas del género *Chionea*, mecópteros del género *Boreus*, cucarrones y colémbolos que viven sobre la superficie de la nieve.

Para lograr que dichos insectos vivan en ambientes con temperaturas tan bajas como las de las regiones polares, estos deben contar con algunas adaptaciones específicas: cuerpos con cutículas negras porque no solo las superficies negras absorben todas las longitudes de onda y por tanto calientan, sino que además protegen de los dañinos rayos ultravioleta; reducción del tamaño de las alas o su pérdida total; calentarse exponiéndose al sol; patrones de actividad dependientes de las condiciones térmicas locales; extender la duración de su tiempo de desarrollo y reducir el número de generaciones por año; resistencia a la deshidratación y desecación; ser capaces de mantener el metabolismo funcionando aun a bajas temperaturas, y sintetizar sustancias que reduzcan el punto de congelación o sustancias crioprotectoras.

En el caso de sintetizar sustancias que bajen el punto de congelación es importante recordar que, en los países del norte del planeta, cuando llega el invierno y para reducir la acumulación de nieve, la estrategia es agregar sal a las carreteras y los andenes, lo que aumenta la cantidad de solutos disueltos en el agua y así esta ya no se congela a 0 °C, sino a una menor temperatura. Entonces, un insecto que sintetice estos compuestos y los disuelva en el citoplasma de sus células lo que logra es que esta agua (recuerden que hasta un 80 % del contenido celular es agua) se congele solo a temperaturas por debajo de los 0 °C. Esta disminución en la temperatura de congelación no va a impedir que se congele en algún momento el agua; va a aumentar el rango de temperaturas a las que se va a poder enfrentar un insecto antes de que esta se congele en sus células.

## Insectos en ambientes severos predecibles

Aquellos insectos que no sintetizan compuestos para bajar el punto de congelación del agua, sino que sintetizan compuestos como polioles o azúcares, lo que hacen es acumularlos en el citoplasma para deshidratarlos evitando la formación de cristales dentro del citoplasma celular, y de esa forma impedir que estos funcionen como microcuchillos que dañen las membranas celulares. En este caso lo que hacen los insectos es lo mismo que hacen los biólogos o microbiólogos cuando quieren congelar algún tipo de célula para criopreservarla: por ejemplo, en nitrógeno líquido (-195,8 °C) o en ultracongelador (entre -40 °C o -90 °C). En este caso lo que los expertos hacen es agregar las células que van a congelar en un medio con una sustancia (por ejemplo: glicerol, etilenglicol o dimetilsulfóxido [DMSO]) que las deshidrata y no permite que se formen cristales dentro de ellas. Con seguridad podemos decir que la técnica de crioprotección de células la inventaron los insectos antes que los científicos. A este tipo de insectos se los conoce entonces como aquellos que evitan la congelación.

Ahora bien, cuando un insecto se crioprotege de esta manera lo que va a pasar es que sus células se deshidratan y, en consecuencia, no podrá moverse. Como resultado va a quedar atrapado en el hielo y la estrategia en este caso para sobrevivir es disminuir el metabolismo y vivir bajo condiciones con poca presencia de oxígeno; es decir, anaerobiosis. A este tipo de insectos se los conoce en general como tolerantes a la congelación.

Algo similar es lo que hacen los insectos que viven permanentemente en glaciares como el plecóptero *Andiperla willinki* (familia Gripoterygiidae) en la Patagonia y el quironómido *Diamesa* en el Himalaya. Estos insectos se alimentan de algas, hongos y bacterias asociadas a las algas mientras están activos, pero cuando las temperaturas bajan demasiado estos quedan atrapados en el hielo y esperan a que suba la temperatura para liberarlos. También en glaciares se pueden encontrar colémbolos.

Entonces es muy similar la diversidad de insectos que se puede hallar en las regiones polares o en los glaciares, por lo menos en cuanto a órdenes de insectos se trata.

## Insectos mar adentro

Con frecuencia escuchamos que los océanos cerca de las costas y en las fuentes hidrotermales son muy ricos desde el punto de vista de productividad y en diversidad de especies, pero que en la medida en que nos alejemos de ellos estos aspectos disminuyen. Es por eso por lo que algunos expertos hablan de los océanos como los mayores desiertos del planeta. En realidad, si queremos hacer dramática la situación, podemos poner en escala de números lo anterior para darnos cuenta de que el resultado es aterrador: entre el 85 % y el 95 % de todas las especies vivas macroscópicas viven sobre la tierra; es decir que tan solo entre el 5 % o el 15 % de las especies grandes o macroscópicas viven en los océanos. Diferentes razones como la productividad energética, la complejidad de los ambientes y las diferencias físicas entre los medios terrestres y los acuáticos han sido propuestas para tratar de explicar cómo estas disparidades tan abismales aparecieron tan solo hace 100 millones de años y han marcado la historia evolutiva de la vida sobre la tierra y los océanos.

Si ahora pensamos en insectos, los números hablan por sí solos: hay aproximadamente 1400 especies de insectos marinos (incluyendo zonas intermareales donde confluyen mar y tierra), 100 000 especies en ambientes de agua dulce y 5.9 millones de especies terrestres. Un par de explicaciones nos pueden ayudar a entender estos números: primero, pensemos que para cuando los insectos evolucionaron sobre la tierra hace unos 400 millones de años, ya los océanos llevaban una más larga historia evolutiva que había permitido el tiempo suficiente para que otros animales invertebrados se hubieran repartido y dominaran este ambiente (por ejemplo, moluscos, crustáceos, trilobites y otros). La segunda explicación nos invita a considerar que el vuelo, la mayor innovación de los insectos, brinda mucha versatilidad sobre la tierra, pero menos en los océanos. Algo intermedio ocurre con la combinación vuelo y agua dulce; en este caso para los insectos fue muy valioso tener fases inmaduras asociadas al agua y fases adultas voladoras para ayudar a dispersarse cuando el ambiente acuático se seque y no brinde condiciones óptimas para el desarrollo de sus inmaduros. Esta combinación agua dulce-alas sí introduce grandes ventajas.



**Figura 4. *Halobates* sp.**

En la arena de Bahía Tortuga, isla de Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.

**Fuente:** fotografía del autor.

Entonces, nada que hacer, el resultado es muy claro: para los insectos los ambientes marinos no son los ideales y mucho menos si nos vamos a ir mar adentro, para internarnos en el bioma más grande del planeta Tierra. Sin embargo, es mar adentro donde precisamente se puede encontrar uno de los insectos más particulares: las chinches del género *Halobates*. Estas chinches pertenecen a la familia Gerridae, en la que se encuentran las famosas chinches patinadoras del agua; es decir, aquellos insectos que frecuentemente se encuentran en algunos arroyos o pozos patinando sobre la superficie del agua. De las 48 especies de *Halobates* registradas, la mayoría viven en ambientes estuarinos o manglares y dos en agua dulce. Para lograr patinar sobre el agua aprovechan la tensión superficial y la distribución del peso del insecto en sus seis patas separadas espacialmente y cubiertas con micropelos hidrofóbicos (repelentes del agua). La mayor diversidad de Gerridae se encuentra en agua dulce, pero cinco especies de *Halobates* colonizaron el medio marino y a partir de sus ancestros que vivían en ambientes estuarinos decidieron irse mar adentro (*H. germanus*, *H. micans*, *H. sericeus*, *H. sobrinus* y *H. splendens*). Estas chinches son principalmente capturadas en las noches y, mejor aún, en aquellas noches de luna nueva.

El género *Halobates* comenzó a ser estudiado por Buchanan-White tomando como base las capturas realizadas en la expedición oceanográfica Challenger. Luego de su descubrimiento se pensó que vivir en mar abierto no era nada sencillo, especialmente si se tiene en cuenta que ese medio es muy turbulento, con condiciones ambientales ásperas, fuertes vientos, alta radiación UV, peces atacando por abajo y aves atacando por arriba, y tormentas frecuentes; por ello es de imaginarse que los *Halobates* deben contar con un grupo de adaptaciones clave para poder sobrevivir bajo esas condiciones. Algunas de ellas son las siguientes: cuerpo fuertemente cubierto con micropelos largos y cortos que le permiten casi que flotar sobre la superficie del agua y el recubrimiento corporal con grasas orgánicas que les aseguran mantenerse secos. Además, un plastrón (capa de aire recubriendo el cuerpo) muy grande en comparación con el cuerpo cubierto con micropelos que les permite acumular aire para respirar bajo el agua y aumentar la flotabilidad para emerger, en caso de que se presente una inmersión en el agua. Claro está que también tener patas muy largas (15 mm)

## Insectos en ambientes severos predecibles

en comparación con el tamaño de su cuerpo (5 mm), y en especial el par de patas medias que son mucho más largas que el par de patas posteriores, lo que contribuye a una fuerte aceleración al patinar sobre el agua, así como la capacidad de disparar un reflejo de salto rápido (corta latencia entre el estímulo del predador y la respuesta) repetitivo y en varias direcciones para caer además en el agua sin sumergirse; todas estas estrategias les permiten a los *Halobates* escapar al ataque de predadores o de olas rompiendo que tratan de sumergirlos. También se encuentra en estos insectos la presencia de un cuerpo pequeño y sin alas que pasa desapercibido, y que les permite a sus largas patas sostener hasta 25 veces su propio peso corporal y evitar la turbulencia causada por las olas rompiendo; y finalmente un comportamiento de acicalamiento característico de estos insectos que les permite organizar sus micropelos para asegurar su “superhidrofobicidad”.

Con todas estas adaptaciones los *Halobates* están entonces fuertemente preparados para lidiar con las duras condiciones del ambiente marino y, con la ayuda de las corrientes marinas, están listos para conquistar nuevos ambientes marinos disponibles a donde estas los lleven.

Sin embargo, algunos detalles adicionales deben ser revisados, por ejemplo: reproducirse en dichos ambientes debe también demandar algunas adaptaciones. En efecto lo hacen y es así como se alimentan de zooplancton y peces; además, extienden sus periodos de ovoposición, reducen su tasa de crecimiento, alargan su tiempo promedio de vida y utilizan sustratos sólidos para colocar sus huevos. ¡¡¡Un momento!!!, ¿utilizan sustratos sólidos para depositar sus huevos? ¿De dónde se pueden sacar sustratos sólidos en la mitad del océano? Bueno, naturalmente estos insectos aprovechan para poner sus huevos sobre plumas de aves, además de pedazos de madera o terrones de alquitrán que flotan como residuos en los océanos. Sin embargo, debido a la creciente contaminación de estos con plásticos, la oferta de sitios para ovopositar ha aumentado para estos insectos y con ellas las poblaciones de *Halobates* en los océanos como lo muestra un estudio en las costas del occidente de Estados Unidos. Entonces, los plásticos en los océanos perjudican a muchos, pero a algunos como *Halobates* los benefician; como dijo Albert Einstein: todo es relativo.

## Insectos espeleólogos y vulcanólogos

Cuando pensamos en cuevas, es muy difícil imaginarse que en el interior de ellas se puedan encontrar insectos. Sin embargo existen cuatro categorías de organismos adaptados a cuevas (tres de ellas tienen el prefijo *troglo-* que significa hueco u orificio): troglóxenos (aquellos organismos que buscan refugio en las cuevas, pero que encuentran su alimento y se reproducen fuera de ellas); troglófilos (aquellos organismos que viven y se reproducen en las cuevas, pero también se pueden encontrar en otros tipos de ambientes húmedos y oscuros), y troglobiontes (aquellos organismos que viven obligatoriamente en cuevas y que por fuera de ellas no sobreviven). La cuarta y última categoría son los accidentales, que hace referencia a aquellos organismos que no pueden vivir en cuevas y que como su nombre lo indica, llegan a ellas por situaciones fuera de su control; al final terminan convirtiéndose en alimento para las especies cavernícolas.

Aquellos insectos que son troglobiontes se caracterizan por algunas adaptaciones que tienen mucho sentido en ambientes con carencia de luz. Por ejemplo, pierden parcial o totalmente los ojos; también pierden la pigmentación en la piel y son albinos porque ya no deben protegerse de las radiaciones ultravioletas; además muestran una pérdida o reducción total de las alas, alargamiento de sus apéndices como antenas y patas, lo cual les va a dar mayor posibilidad de aprovechar los órganos sensoriales localizados en ellos y, finalmente, una reducción de sus tasas metabólicas para poder realizar actividades en ambientes con baja oferta de nutrientes.

Algunos de los insectos que se pueden encontrar en cuevas son coleópteros, cucarachas, chinches y lepidópteros, todos ellos caracterizados por ser predadores o carroñeros en sus tipos de alimentación. Un ejemplo de predadores lo encontramos en la chinche gigante del género *Belostoma*, caracterizada por vivir en una cueva con alta cantidad de sulfuro de hidrógeno y que lleva a que las aguas sean anóxicas (bajas en oxígeno para respirar); esto obliga a los peces de la especie *Poecilia mexicana* que viven en ella a llegar a la superficie para respirar, y precisamente en ese momento son atacados por las chinches

## Insectos en ambientes severos predecibles

que los esperan con sus típicas patas delanteras agrandadas a manera de pinzas y su aparato chupador (probóscide), a modo de un puñal, para perforar la protección de los peces.

Sin embargo, no todas las chinches que viven en cuevas son predadoras; también se tiene como una excepción a las chinches hematófagas del género *Cavernicola* que se caracterizan por alimentarse de la sangre de los habitantes más frecuentes de las cuevas como son los murciélagos. Estas pequeñas chinches se aprovechan de los murciélagos reposando para alimentarse de ellos y en el proceso se infectan con el parásito *Trypanosma cruzi*, causante de la enfermedad de Chagas.

Ahora bien, una situación es vivir dentro de cuevas y otra muy diferente es aprovechar los orificios que se crean cuando la lava emitida por volcanes se solidifica y enfría. En estos casos se crean tubos que son utilizados por insectos para vivir dentro de ellos. Si se revisa esto en sitios con bastante actividad volcánica como las islas de Hawái, se encuentra que los orificios creados por la lava entre 90 y 20 000 años son habitados por insectos coleópteros, chinches, ortópteros, tisanuras y colémbolos. Para estos insectos la principal fuente de alimento disponible son las raíces de los árboles que penetran por las fracturas de la lava. Además, las raíces en su proceso de crecimiento permiten que el agua penetre la lava y transporte material orgánico. Al igual que en las cuevas, los insectos predadores y carroñeros forman la mayor parte de la cadena alimenticia de estos tubos de lava.

Si tenemos en cuenta que una erupción volcánica incluye flujos de lava, emisiones de gases tóxicos, corrientes piroclásticas, deposición de material volcánico transportado por el aire y masas fluidas en movimiento compuestas de desechos volcánicos, barro y agua, podemos darnos cuenta de que una erupción es un disturbio con profundos efectos a diferentes niveles sobre los ecosistemas naturales. A nivel de los insectos y del resto de sus parientes artrópodos, los eventos volcánicos tienen efectos a escala individual, poblacional y de comunidades; por tanto, una erupción puede provocar desde la caída en la diversidad de especies hasta la caída en la abundancia de individuos. Todo esto por efectos

directos de los diferentes eventos sobre los mismos insectos (por ejemplo: por exposición a gases tóxicos, altas temperaturas, bloqueo del sistema respiratorio por cenizas, desecación, etc.) o sobre los ecosistemas donde viven los insectos (por ejemplo: por contaminación o destrucción del alimento).

Recordemos entonces lo que aclaramos al principio de este capítulo: una cosa es que yo viva en un ambiente extremo pero predecible, pero otra cosa muy diferente es que un evento impredecible como una erupción volcánica me afecte. También es importante tener en cuenta si la especie que vive cerca al volcán durante la erupción es una especie nativa del sitio o una introducida. Con seguridad, si yo no soy nativo del sitio y pasa un evento impredecible no voy a tener adaptaciones que me permitan sobrevivir; por tanto, yo y mi población podemos desaparecer fácilmente.

### **Insectos en desiertos**

En una visita que realicé a la Universidad de Zúrich tuve la oportunidad de conocer al profesor Rüdiger Wehner. El profesor Wehner es el experto mundial de las hormigas *Cataglyphis* que viven en el desierto del Sahara y con él tuve el placer de conocer un poco más sobre la forma de vida y de navegación que realizan estas hormigas en un espacio desértico sin muchas pistas para orientarse. En esa visita aprendí que dichas hormigas son diurnas y carroñeras, y que se alimentan de artrópodos que hayan muerto el día anterior como producto de la exposición al calor. Por tanto, al amanecer las hormigas deben abandonar sus hormigueros para salir a buscar su fuente de alimento. Acá no nos vamos a centrar en explicar los mecanismos que tienen estas hormigas para abandonar su nido, forrajear buscando alimento y luego regresar sin el menor problema a su hormiguero. Lo que nos interesa en este punto es entender cómo hacen estas hormigas para poder llevar a cabo sus actividades de forrajeo en un ambiente tan caliente como es el Sahara durante las horas en que el sol está sobre el horizonte.

## Insectos en ambientes severos predecibles

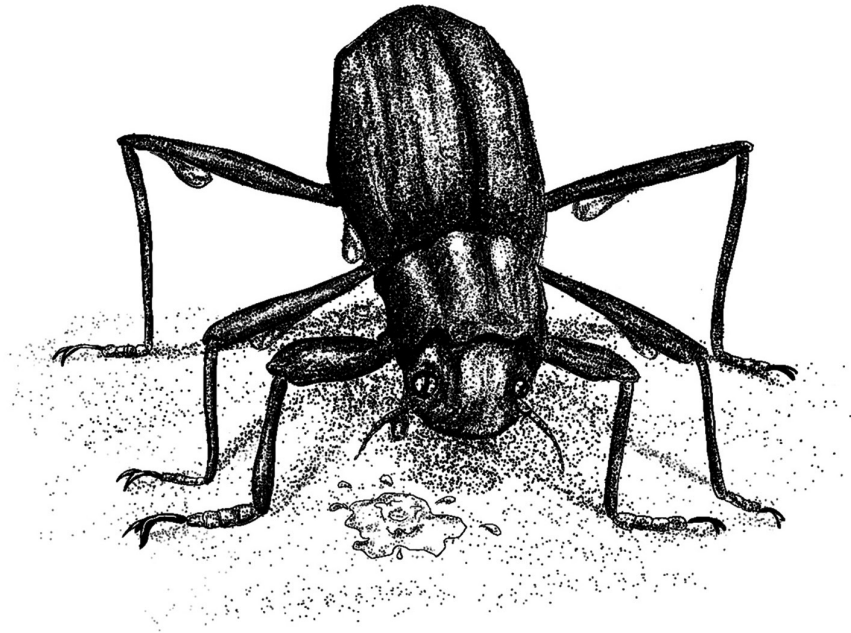
Lo primero que salta a la vista con estas hormigas es que son plateadas cuando se mira su cuerpo en general. Sin embargo, con la ayuda de un microscopio electrónico se puede encontrar que ese color plateado es el producto de la reflexión de la luz por una gran cantidad de pelos que tienen sobre todo su cuerpo. Una mirada más detallada con alto aumento de estos pelos deja claro que en realidad no son cilíndricos, sino más bien triangulares. Ahora bien, experimentos realizados con hormigas expuestas a radiaciones con longitud de onda en el infrarrojo cercano ( $0,4 \mu\text{m}$  a  $1,7 \mu\text{m}$  de longitud de onda y correspondientes a la región de calor) demostraron que las hormigas con su cuerpo cubierto de estos pelos reflejaban en buena medida todas estas longitudes de onda, mientras que hormigas a las que se les removieron estos pelos no eran muy buenas reflejándolas. Esto significa que aquellas cuyos pelos están recubriéndolas tienen la capacidad de reflejar las longitudes de onda emitidas por el sol que calientan sus cuerpos. Este es entonces el tipo de adaptaciones que les permite vivir en el desierto del Sahara, ya que mientras las temperaturas ambientales se encuentran alrededor de los  $50-70 \text{ }^\circ\text{C}$ , la temperatura corporal de las hormigas con sus pelos recubriéndoles el cuerpo se encuentra entre  $48-51 \text{ }^\circ\text{C}$ . Claro está, en aquellos momentos del día donde la temperatura ambiental sube mucho, las hormigas presentan además un comportamiento muy particular, y es el de subirse a pequeñas ramas secas que las alejen del suelo, cuyo objetivo es alejarlas del calor que les está transfiriendo por conducción el suelo y ubicarlas en un punto más alto donde la temperatura no es tan alta.

Ahora bien, las hormigas cuentan con otra serie de adaptaciones para poder vivir en ambientes desérticos como el tener patas más largas, lo que les ayuda a desplazarse más rápido para reducir el tiempo de forrajeo o búsqueda de alimento, además de mantener su cuerpo alejado del suelo caliente y de esta forma favorecer el enfriamiento por convección. A nivel de las moléculas que las componen, las hormigas también tienen sistemas de genes agrupados que se expresan de manera corregulada para darle estabilidad a su sistema productor de proteínas y cuentan con proteínas tolerantes al calor que no sufren daño al exponerse a temperaturas altas, conocidas como las proteínas de choque

térmico o *Heat-shock proteins*. En adición a lo anterior, a nivel celular cuentan con la azúcar trehalosa que aumenta la estabilidad de sus proteínas y aumenta también la estabilidad de las bicapas lipídicas que forman sus membranas celulares. En otras palabras; al tener esta azúcar fluyendo por su sangre (hemolinfa), las células que entren en contacto con esta van a disfrutar de mayor resistencia estructural y funcional como fue probado en la hormiga del desierto de Namibia perteneciente a la especie *Ocymyrmex robustior*. Esta especie de hormiga, al igual que la *Cataglyphis* del Sahara, busca durante el día animales muertos por el calor y lo logra porque su cuerpo se mantiene a 51 °C cuando el medio ambiente está a 67 °C.

También en las abejas de la especie *Centris pallida* que habitan el desierto de Sonora en Estados Unidos y México se pueden encontrar pelos en su cutícula que les confieren reflectancia del calor del sol; sorprende en este caso que aquellos individuos que cuentan con estos pelos son exclusivamente los machos grandes. Al parecer esta adaptación en los machos de mayor tamaño les confiere la posibilidad de explotar microclimas más expuestos a radiación infrarroja solar (700-2500 nm) que los otros miembros de las colonias como las hembras y los machos pequeños. Veamos un poco más en detalle la situación para entenderla: los machos grandes son de coloración más pálida dorsalmente debido a los pelos que presentan y, además, forrajean en microambientes más calientes cercanos al suelo; por su parte, los machos pequeños son más oscuros dorsalmente y forrajean en microclimas más frescos por encima del suelo y cerca de la vegetación. Estos resultados muestran entonces claramente que dentro de una misma especie de insecto se pueden encontrar adaptaciones térmicas diferentes relacionadas con la explotación que hacen de los diversos microclimas que se pueden encontrar en un ambiente como el desierto de Sonora.

Otro insecto con adaptaciones interesantes para vivir en desiertos es el escarabajo *Onymacris unguicularis*, que habita específicamente en el desierto de Namibia. En este desierto se ha observado que los escarabajos se ubican en los puntos más altos de las dunas entre las 3:00 y las 5:00 de la mañana en una



**Figura 5. Especie de cucarrón desértica *Onymacris unguicularis***

En su posición clásica, sobre las dunas, para capturar con su cuerpo gotas de agua.

**Fuente:** ilustración de Pablo Emilio Realpe.

posición con las patas traseras levantando el abdomen del cuerpo del insecto y las anteriores bajando su cabeza y colocándola cerca de la superficie del suelo. A esta posición particular de los insectos en las dunas y que ubica la espalda del insecto en dirección al flujo del aire se le llama *fog basking* y les permite coleccionar las pequeñas gotas de neblina que se encuentran en esas horas en el ambiente y dirigir las como gotas más grandes hacia la cabeza del insecto. Con esta agua el insecto se puede hidratar y sobrevivir bajo las condiciones del desierto.

Sin embargo, no solo escarabajos y hormigas viven en los desiertos; también se pueden encontrar chinches, avispas, grillos, cucarachas, entre otros. Todos estos insectos, para poder vivir en ambientes con poca disponibilidad de agua, presentan una serie de adaptaciones para buscar reducir la pérdida de la valiosa agua que se encuentra en el cuerpo en los diferentes procesos metabólicos que realizan, como por ejemplo respirar, orinar, defecar, etc. Algunas de estas adaptaciones son cutículas con una permeabilidad del agua reducida; de esta forma aminoran la pérdida de agua a través de su superficie corporal. Ahora bien, para no perder agua a través de sus espiráculos (orificios respiratorios) lo que hacen estos insectos es disminuir sus tasas metabólicas para bajar el intercambio gaseoso y, por tanto, la pérdida de agua mientras respiran. Además, los insectos de desiertos tienen un eficiente sistema rectal de reabsorción de agua para evitar perder agua cuando eliminan los desechos y, por último, una eliminación de desechos nitrogenados en una orina concentrada lograda mediante la expulsión de ácido úrico como sustancia de desecho. Algo muy similar hacen las aves, que también secretan este ácido como parte de sus desechos nitrogenados y de esta forma reducen la pérdida de agua que si llevamos a cabo en exceso los animales que eliminamos por la orina urea o amonio.

Finalmente, no solo adaptaciones fisiológicas se pueden encontrar en los insectos que viven en zonas desérticas; por ejemplo, desde el punto de vista comportamental están los grillos del género *Schizodactylus*, que se caracterizan por estar enterrados durante las horas del día y salir a buscar sus presas solo durante la noche, cuando la pérdida de agua es menor.

## Insectos astronautas

El espacio exterior es un ambiente extremo al que los insectos no pueden llegar de manera voluntaria, y en el cual con seguridad no podrían vivir sin asistencia especial como la que tienen los astronautas. La razón para ello es como diría E. O. Wilson: “El primer principio de la ecología humana puede expresarse de otro modo: los planetas extraños no están en nuestros genes”<sup>2</sup> (2006, 27). Entonces si los genes para vivir en el espacio no están en el genoma de los humanos, con seguridad tampoco los tienen los insectos y, por ello, solo podemos pensar que a pesar de todas las capacidades que tienen los insectos para sobrevivir en diferentes ecosistemas terrestres llegar al espacio no les va a ser posible, excepto si acompañan a las tripulaciones humanas en algunos de sus viajes espaciales.

Antes de que algún cosmonauta ruso o un astronauta de algún otro país pudiera llegar al espacio, los primeros ensayos sobre la viabilidad de estar en esas condiciones se realizaron con animales; los primeros que sobresalieron en la lista de voluntarios fueron los insectos, entre otros factores por ser pequeños, representan poco peso llevando a muchos individuos y algunos de ellos son muy resistentes. Naturalmente, podemos imaginarnos que enviar insectos al espacio y que mueran en el proceso no crea una carga emocional tan fuerte en los investigadores como mandar cualquier otro animal vertebrado más cercano a nosotros. Era muy claro que algún día habría que enviar perros o primates antes de enviar humanos; pero sin saber nada de las condiciones reales del espacio exterior lo que menos carga sentimental tenía era mandar insectos. Es así como en 1947 partió la primera nave con moscas de la fruta (*Drosophila*) para evaluar el efecto de las radiaciones sobre ellas. Fueron lanzadas a 109 km de altura y luego recuperadas vivas para evaluar el efecto de la exposición a las condiciones del espacio exterior.

Luego de este primer viaje de insectos al espacio vinieron los viajes en la órbita de la Tierra de Laika en 1957 y del chimpancé Ham en 1961; y entre ellos

---

2 “The first principle of human ecology can be put another way: Alien planets are not in our genes”. [Traducción propia]

## Gabinete de curiosidades de insectos

dos en 1959 se enviaron nuevamente drosófilas, *Musca domestica* (moscas) y *Xenopsylla cheopis* (pulgas) en una góndola de un balón para estudiar durante 16 horas entre 24 km y 25 km de altura nuevamente el efecto de las radiaciones sobre los cromosomas de estos insectos.

En total, desde 1966 con la misión Biosatellite I y II y hasta el 2014, se han realizado 13 viajes al espacio con insectos y en ellos se han incluido como astronautas a himenópteros (avispas, abejorros y hormigas), coleópteros (cucarrones), fásmidos (insectos palos), ortópteros (grillos), lepidópteros (polillas y mariposas) y blatoideos (cucarachas). Algunos de ellos han pagado con su vida el viaje al espacio exterior, como en el caso de los insectos *Bombyx mori*, *Xylocopa*, *Pogonomyrmex* y el resto de la tripulación humana del transbordador espacial Columbia, que se desintegró al ingresar a la atmósfera del planeta en el 2003.

Sin embargo, la historia no parece terminar ahí: Fox News en el 2009 emitió una noticia sobre experimentos rusos realizados exponiendo a diferentes organismos fuera de las condiciones controladas donde se encontraban los humanos. Dentro de los animales se encontraban insectos que no es claro si eran mosquitos o unos de sus parientes cercanos. Sobre la veracidad de esta noticia no nos queda más que confiar en el prestigio de esta cadena de noticias.

## Capítulo 4

# Órganos de los sentidos en insectos

*¿Cómo se atrevía alguien a conocer el mundo  
a través de los ojos de un insecto?*

*Expiación (2001)*  
Ian Mcewan (1948-)

### ¿Cómo perciben el mundo los insectos?

En el libro VII de la *República* Platón nos presenta la alegoría de la caverna (también conocida como el mito de la caverna) para captar la existencia del mundo sensible (que se obtiene a través de los sentidos) y el mundo inteligible (que es puro conocimiento sin intervención de los sentidos). Permítanme que utilicemos esta alegoría para hacerles caer en la cuenta a los lectores cómo desde el punto de vista sensorial los humanos siempre hemos creído que la información que nos llega a través de nuestros órganos de los sentidos es la realidad del medio externo que nos rodea cuando, para ser más exactos, vivimos dentro de una caverna.

Para ilustrar lo anterior pensemos que para los personajes encadenados desde su nacimiento en la caverna las imágenes proyectadas y los sonidos producidos eran lo que ellos consideraban la realidad. Claro, no conocían nada más y por

tal razón confiaban (como cualquiera de nosotros lo hace en estos momentos) en que la información que nos envían nuestros sentidos son la realidad y que, en consecuencia, así debe ser el mundo exterior. Sin embargo, no hay nada más lejano de la verdad; prueba de ello es que cuando los prisioneros salen de la caverna ven un mundo lleno de colores y pletórico de sonidos diferentes.

A decir verdad, no quiero que se lleven una idea de que nuestros órganos de los sentidos nos engañan; por el contrario, lo que quiero que se lleven es el mensaje de que el mundo que nos rodea es mucho más amplio de lo que nuestros sentidos nos permiten detectar. Tenemos unos órganos de los sentidos que han sido moldeados por selección natural y que, por tanto, solo registran una parte de todas las historias sensoriales posibles que hay en el mundo exterior. Para poder extender nuestro rango sensorial solo tenemos que abandonar nuestro antropocentrismo sensorial y dejarnos transportar a tratar de entender con los órganos de los sentidos de otros animales cómo es el mundo externo en su forma más amplia.

La invitación que quiero hacer en este capítulo es a que tomemos los órganos de los sentidos de los insectos y los usemos para extender nuestro rango sensorial de humanos. Vamos entonces a iniciar un viaje que les permitirá a los lectores mantenerse en este mundo, pero detectar otras realidades. Al terminar este capítulo van a sentirse como si fueran los prisioneros de la alegoría de la caverna que salen de ella y encuentran que todo es muy diferente de lo que tenían como seguro. Vamos entonces a prepararnos para salir de la caverna.

### **Comparemos nuestros órganos de los sentidos con los de los insectos**

Desde el colegio hemos aprendido que los cinco sentidos de los humanos son: la visión, el olfato, el gusto, la audición y el tacto. Cada uno de estos sentidos tiene un órgano especializado para detectarlo, y es así como desde pequeños nos han enseñado a ubicarlos. Qué padre no ha utilizado a sus hijos pequeños como objetos experimentales pidiéndoles que muestren son sus dedos: ¿dónde está la

## Órganos de los sentidos en insectos

nariz del bebé?, ¿dónde está la boca del bebé?, ¿dónde están los ojos del bebé?, y ¿dónde están los oídos del bebé? Hasta ahora, nunca he visto al primer papá o a la primera mamá torturando a su bebé con la pregunta: ¿dónde está el tacto del bebé? Pero no faltará quien si lo haga.

Debido a este ejercicio infantil, por el que todos hemos pasado, no es necesario que recurra a explicarles dónde tenemos localizados nuestros oídos, ojos, boca, nariz y piel. Si alguien no puede localizar en su cuerpo sus órganos de los sentidos, por favor no me solicite a mí la explicación en este libro. Yo recomendaría que lleven a cabo un reclamo oficial a sus respectivos padres.

Sin embargo, como ninguno de ustedes ha tenido que mostrar dónde se encuentran los órganos de los sentidos de los insectos, voy a explicar, en caso de que tengan que responder la pregunta: ¿dónde se encuentra tal órgano de los sentidos en un insecto?, y en consecuencia procedan a ubicar con su dedo localizador los receptores encargados de detectar la información procedente del mundo exterior en estos animales. Les esperan bastantes sorpresas muy interesantes.

Iniciemos por las dos más fáciles: ¿dónde están los ojos de los insectos? Para localizarlos solo deben ubicarse en la cabeza y mirar dos estructuras, por lo general grandes, que se encuentran a cada lado de la cabeza. Más adelante aprenderemos que esos ojos se llaman compuestos y los nuestros se llaman ojos simples. No todos los insectos tienen ojos; por ejemplo, aquellos que viven en cavernas carecen por obvias razones de estos receptores de luz. Otro grupo de estructuras fotorreceptoras que tienen los insectos se conocen como los ocelos, que son ojos simples más pequeños que los ojos compuestos y que se localizan usualmente en la parte dorsal de la cabeza.

¿Dónde está la boca de los insectos? Acá debemos diferenciar entre aquellos insectos masticadores y aquellos succionadores (véase tabla 1 para más detalle en los diferentes órdenes). Esta diferenciación nos permitirá no ubicar la boca en sitios diferentes, sino que va a evitar que pensemos en algo diferente cuando nos encontremos con estructuras no esperadas en el sitio donde debería

## Gabinete de curiosidades de insectos

estar la boca. Siempre la boca está en la parte anterior o ventral de la cabeza de los insectos. En aquellos que son masticadores se van a encontrar piezas a manera de placas fuertes que serán usadas para triturar. Por el contrario, con los chupadores van a encontrar algo que se conoce como probóscide, que es un tubo largo que pueden plegar bajo su cuerpo como las chinches, o mantenerlo extendido como en los mosquitos. Sin embargo, todo el sentido del gusto de los insectos no se limita a la boca, varios de ellos tienen receptores de sabores en sus patas: ejemplo de esto es la mosca parándose sobre la torta de cumpleaños mientras todos cantan el bien conocido *Happy Birthday*. En realidad, mientras la mosca pisa la torta está detectando sus sabores y degustándola antes que nosotros, por encontrarnos perdiendo el tiempo cantando y apagando velas.

Ahora sí, vamos a comenzar a localizar los órganos de los sentidos más complicados y no intuitivos. ¿Dónde está la nariz de los insectos? Esta se encuentra en los filamentos o apéndices que salen de la cabeza y que se conocen como antenas. Otros insectos utilizan además otro par de apéndices que les salen de la cabeza y que se llaman palpos. Insectos que no tienen palpos como las chinches huelen entonces únicamente a través de sus antenas.

¿Dónde está el tacto de los insectos? Bueno, si pensamos que los insectos tienen un exosqueleto (recuerden la armadura medieval y el bebé recién nacido que vimos en el primer capítulo) es claro imaginarse que esta estructura debe limitar la posibilidad de detectar estímulos mecánicos externos. Para solucionar esta situación, los insectos han llenado su cuerpo de proyecciones de la cutícula que el común de las personas llama pelos. Vamos a ver más adelante que algunos de ellos detectan corrientes de aire y otros detectan deflexiones mecánicas por encuentros con superficies rígidas. En la diferencia de estos dos tipos de pelos está la explicación de cómo, mientras apenas ustedes levantan un zapato para aplastar a una cucaracha, ella ya está corriendo y alejándose de la posibilidad de ser aplastada.

Finalmente, ¿dónde está el oído? Esta sí es una pregunta difícil para poder ubicar la posición del receptor en un insecto. Dependiendo del individuo pueden señalar la antena, las mandíbulas, las patas, el tórax, el abdomen y hasta

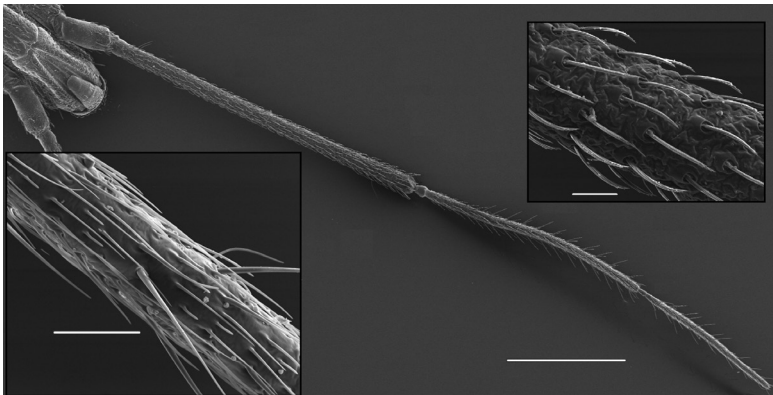
## Órganos de los sentidos en insectos



**Figura 6. Ojos compuestos de un insecto**

Están constituidos por varias omatidias. También se observan los ocelos detrás y más dorsales con respecto a los ojos compuestos.

**Fuente:** fotografía del autor.



**Figura 7. Antena de insecto**

Las antenas son apéndices pareados de múltiples segmentos que salen de la cabeza. Nótese la cobertura de las antenas con abundantes pelos de diferentes tipos (recuadros en las dos esquinas).

**Fuente:** fotografía del autor.

## Gabinete de curiosidades de insectos

las alas. Los insectos han sido tan innovativos que han ubicado oídos casi en cualquier parte de su cuerpo. Claro está que esto no pasa en un mismo insecto, sino que varía dependiendo de la especie que se esté mirando. Naturalmente, también hay varias especies de insectos que no escuchan.

Lo que vamos a hacer ahora, después de conocer la ubicación general de los órganos de los sentidos en los insectos, es revisar de manera individual cuáles son algunas de las capacidades sensoriales de los insectos en comparación con nosotros los humanos.

### **Ojos que no ven, cerebro sin información**

Como vimos, los insectos suelen tener dos tipos de estructuras fotorreceptoras: los ocelos y los ojos compuestos. Los ocelos son ojos simples que les sirven a los insectos para controlar el ritmo circadiano y brindar información para mantener la estabilidad durante el vuelo. Un ojo simple es aquel que tiene solo una lente y debajo varias células encargadas de detectar las diferentes longitudes de onda que componen la luz.

Por su parte, los ojos compuestos, como su nombre lo indica, están constituidos por varios ojos simples (unión de lente y células receptoras de luz); por ello, al mirar en detalle cada uno de los ojos compuestos de una mosca, diera la impresión de estar viendo la parte dilatada de un micrófono a ambos lados de la cabeza del animal. Esos ojos simples son tubos largos que se conocen como omatidio (plural = omatidia) y que se encuentran densamente empaquetados y dirigidos a todas las direcciones de la curva de la cabeza. Cada una de estas unidades mira en línea recta a una sola región del espacio; en consecuencia, no es cierto lo que transmiten algunas películas cuando muestran el campo visual desde la perspectiva de un insecto, y que le dan la sensación al espectador de que un insecto mira como si estuviéramos en un almacén de venta de televisores donde todos los aparatos están presentando el mismo partido de fútbol. En realidad, la visión de los insectos es como ver un mosaico romano, donde cada ojito muestra una parte reducida del total de la obra de arte.

## Órganos de los sentidos en insectos

En definitiva, el conjunto de ojos simples presenta entonces un campo visual que se circunscribe al tamaño y la forma del ojo compuesto. Con esto quiero decir que si el ojo compuesto cubre desde la parte dorsal a la ventral de la cabeza, entonces el insecto sin necesidad de mover la cabeza puede ver lo que pasa por encima y por debajo de ella al mismo tiempo. Debido a esta organización, quien haya tratado de cazar una mosca parada sobre una mesa se habrá dado cuenta de que el insecto inicia su escape sin necesidad de mover la cabeza y en dirección contraria a la procedencia del atacante. Las moscas no tienen ojos en la nuca, pero sí pueden detectar sin moverse que alguien se aproxima por detrás de ellas.

Además es importante tener claro que, entre más omatidia tenga un ojo compuesto mirando en diferentes direcciones, más detalles y más resolución (separación entre dos puntos muy cercanos) va a tener el insecto del mundo que lo rodea. Para hacernos una idea de cuántos omatidia tiene un ojo compuesto, en algunas libélulas se pueden encontrar hasta 30 000 omatidia; es decir, 30 000 ojitos dirigidos cada uno hacia una diferente región espacial de la cabeza de la libélula.

Adicional a la posibilidad de mirar en varias direcciones, otra ventaja de los ojos compuestos es que no invierten la imagen observada; algo típico de nuestros ojos de humanos, que sí se caracterizan por formar una imagen invertida en nuestra retina. Además, hay tipos de ojos compuestos especializados para ver bajo condiciones de poca luz; a estos se los conoce como tipo superposición y son propios de insectos nocturnos. A su vez, los ojos para insectos diurnos se conocen como de tipo aposición; y un tercer tipo de ojos compuestos son los de superposición neuronal, específicos de las moscas. Hay algunos casos contradictorios reportados de insectos nocturnos con ojos tipo aposición, por ejemplo, las chinches chupadoras de sangre pertenecientes a la familia Triatominae; estos ojos se dan el lujo de permitir que fotones de luz peguen en zonas donde no hay estructuras receptoras y que por tal razón se pierdan. Son característicos de insectos diurnos, expuestos a mayor presencia de luz, por lo que no importa que algunos fotones no lleguen a ninguna zona fotorreceptora. ¿Cómo hacen entonces los insectos nocturnos con ojos por aposición? En pocas

## Gabinete de curiosidades de insectos

palabras, la solución es muy elegante: ellos tienen estos ojos con una capacidad de mover las células fotorreceptoras de arriba (poca luz) hacia abajo (mucho luz) y de controlar la apertura y el cierre de unas células pigmentarias protectoras que entrarían a funcionar como una especie de pupila: abierta cuando hay poca luz y cerrada cuando hay mucha luz.

Bueno, por ahora nada más de anatomía y vamos a profundizar un poco en los colores que son capaces de ver los insectos. Primero, debemos aclarar que lo que nosotros vemos como verde en las plantas es en realidad el reflejo de ese color por la planta. Es decir, a la planta le llegan todos los colores (longitudes de onda) procedentes de la luz solar, y con excepción del verde que es reflejado todos los demás son absorbidos. De igual manera, una chaqueta negra de una persona es negra porque absorbe todos los colores procedentes del sol y, por eso, cualquiera de ustedes que se haya sentado con una chaqueta o pantalón negro bajo el sol, lo primero que va a notar es que las piernas o los hombros se le calientan. El color se absorbe y se transfiere como calor a la piel. Finalmente, una camiseta es blanca porque refleja todos los colores procedentes del sol; de ahí el famoso disco de colores de Newton que, al ponerse a girar y fusionarse todos los colores se ve como blanco, o el experimento inverso que consiste en que la luz blanca del sol se hace pasar por un prisma y se descompone en un arcoíris con todos los colores que la integran.

Interesante; eso quiere decir que si un insecto quiere volverse un hombre invisible, al estilo del personaje de la novela de H. G. Wells, lo único que debe hacer es no absorber ni reflejar la luz procedente del sol. Para ello necesitaría entonces ubicar en su cutícula un metamaterial que evite la absorción y la reflexión de la luz y, como resultado, sería invisible. Lo mejor que debería hacer ese metamaterial es permitir a los rayos de luz que lleguen al cuerpo del insecto y verse obligados a rodearlo, sin reflejarlos o absorberlos. Es como el agua en un arroyo que, al encontrarse una roca, la rodea y sigue su camino.

Esto sería volver algo invisible, pero si queremos que sea transparente como algunos líquidos (por ejemplo: el agua) o gases (aire) y cristales (diamante), lo que hay que lograr es que entre los átomos que componen estos dos fluidos

## Órganos de los sentidos en insectos

y el enrejado de la estructura del cristal haya una separación que sea mayor que la longitud de onda de la luz que las atraviesa. Como consecuencia, la luz los pasa y no se encuentra con nada para ser reflejada. A eso lo llamamos ser transparente.

Pero bueno, como el mundo que ven los insectos no es invisible, aunque sí pueden encontrarse con objetos transparentes que se les atraviesan durante su vuelo (por ejemplo ventanas cerradas que no reflejan luz y contra las cuales se estrellan las moscas cuando están volando), ahora lo que vamos a hacer es entender: ¿qué colores son capaces de detectar los insectos? Esto es fácil de responder si tenemos en cuenta que los ojos humanos solo son capaces de capturar una parte del total de las longitudes de ondas enviadas por el sol. A las longitudes que nuestros ojos son capaces de capturar se las denomina longitudes de onda visibles y corresponden a nuestros colores que van desde el morado (de longitud de onda corta = 370 nm) hasta el rojo (de longitud de onda larga = 650 nm), pasando por el azul, el verde, el amarillo y el naranja en su orden. Por debajo del violeta están las longitudes de onda correspondientes al ultravioleta y por encima del rojo se encuentra el infrarrojo. Estas longitudes de onda corresponden al espectro invisible porque nuestros ojos humanos no son capaces de detectarlos.

¿Será que los insectos son capaces de detectar longitudes de onda visibles e invisibles? Para responder esta pregunta debemos saber que para detectar luz es necesario que en las células fotorreceptoras se encuentren unas proteínas (opsinas) unidas a unos cromóforos (compuestos orgánicos con dobles enlaces = retinal); en realidad, el retinal es el encargado de recibir la luz y sufrir un cambio conformacional que se transmite a la opsina. Esta opsina activa un segundo mensajero dentro de la célula, y esto activa a su vez un canal en la membrana que se encarga de convertir luz en cambios de voltaje. Entonces la unión opsinas + retinal es clave para poder detectar con células fotorreceptoras la luz. Ahora bien, para poder ver colores la historia es diferente; se necesitan por lo menos dos opsinas diferentes. Nosotros los humanos vemos a color porque somos RGB (*red-green-blue*); es decir, tenemos tres opsinas diferentes en nuestras células fotorreceptoras llamadas conos. Por eso cuando compramos un monitor de

computador o un televisor estos vienen con pantallas RGB. Esa combinación de tres opsinas nos permite discriminar todos los colores del espectro visible.

Entonces, si quisiéramos comprar un televisor para un insecto, ¿debería ser RGB o qué combinación? La respuesta sería: depende del insecto. Como mínimo debería ser UVGB (*ultraviolet-green-blue*) como en las abejas; y de ahí en adelante se puede pasar por cuatro, cinco, seis o hasta el récord en el número de opciones de opsinas que lo tienen las libélulas con 15 a 33 genes codificantes para estas proteínas. ¿Se imaginan?, si nosotros con tres opsinas vemos tal diversidad de colores, ¿cómo será la diversidad cromática que son capaces de detectar los insectos teniendo en cuenta que además de opsinas visibles son capaces de ver en el ultravioleta con varias proteínas? Yo no se las puedo explicar con palabras; nos tocaría preguntárselo a un insecto o tener claro que aquellas flores que para los ojos humanos tienen ciertos colores, bajo condiciones de luz ultravioleta reflejada presentan patrones con otros colores y también con patrones invisibles para nosotros. Sencillamente un universo visual espectacular.

### **Vamos a *ver/detectar* el calor = infrarrojo**

En el apartado anterior vimos la detección del espectro visible y del ultravioleta, pero ¿qué pasa con el infrarrojo? La historia con el infrarrojo es totalmente diferente, pero de igual manera espectacular. Podemos iniciar diciendo que las longitudes de onda del infrarrojo tienen muy poca energía y son fácilmente absorbidas por las moléculas de agua que se encuentran en la atmósfera o en nuestras células. Como todas nuestras células, las de los insectos o las de cualquier otro animal, están compuestas entre un 70-80 % de agua. Por tanto, los organismos vivos no pueden tener receptores hechos con células para ver infrarrojo.

“Esperen un momento”, dirán algunos lectores expertos en serpientes, “yo tengo entendido que las serpientes ven en infrarrojo”. Error: las serpientes no ven en infrarrojo; detectan el infrarrojo, o la información térmica de la presa,

## Órganos de los sentidos en insectos

que es muy diferente. Esos programas de televisión que muestran a un ratón moviéndose entre la vegetación y que confunden al espectador con escenas registradas con visores infrarrojos para representar lo que debería ver una serpiente, en realidad están engañando a las personas. El infrarrojo no se puede ver. Lo que sí es cierto es que el infrarrojo es la información térmica que cualquier cuerpo que se encuentre por encima del cero absoluto ( $-273\text{ }^{\circ}\text{K}$ ) transfiere a manera de radiación; uno de los tres mecanismos de transferencia de calor que existen. Tomemos como ejemplo un humano que tiene una temperatura de  $37\text{ }^{\circ}\text{C} = 310\text{ }^{\circ}\text{K}$ ; este cuerpo está muy caliente con respecto al cero absoluto y, por tanto, emite calor. Lo mismo pasa con la temperatura corporal de cualquier animal. ¿Entonces esta información térmica se puede detectar? Claro, lo más peligroso de una estufa que después de hervir agua se deja enfriar, es que nuestros ojos en un punto dejan de percibir el rojo de la hornilla y ya no pueden ver que está caliente, pero nuestra piel sí puede detectar el calor y evitar que la toquemos. Igual pasa con las serpientes y con algunos insectos; ellos no ven el calor emitido por los cuerpos, pero sí lo detectan con estructuras que no están en sus ojos. Porque el infrarrojo no se puede ver.

¿Cómo funciona entonces toda la historia del infrarrojo en los insectos? El infrarrojo se encuentra en las longitudes de onda entre los  $0,8\text{ }\mu\text{m}$  y  $18\text{ }\mu\text{m}$ . La clave en este punto es entender que, por esas maravillas de la naturaleza, hay dos ventanas de detección en las cuales el infrarrojo no es absorbido por el agua. Una de esas ventanas se encuentra entre  $3\text{-}5\text{ }\mu\text{m}$  y la otra entre  $8\text{-}12\text{ }\mu\text{m}$ : la primera corresponde a un cuerpo emitiendo entre  $600\text{-}1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la segunda a un cuerpo emitiendo entre  $30\text{-}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Es decir que las serpientes, los murciélagos y los insectos hematófagos (que chupan sangre) detectan cuerpos emitiendo calor radiante entre  $8\text{-}12\text{ }\mu\text{m}$ . Por su parte, insectos pirófilos (amantes del fuego), como algunos cucarrones, detectan cuerpos emitiendo calor radiante, debido a incendios, entre  $3\text{-}5\text{ }\mu\text{m}$ .

En este orden de ideas, las dos ventanas para detectar infrarrojo son utilizadas por los insectos, pero no son detectadas por sus ojos, sino por estructuras receptoras desarrolladas en regiones corporales que son capaces de percibir el calor radiante de cuerpos por encima del cero absoluto. Los insectos chupadores de

sangre utilizan esta información para encontrar alimento para sus adultos y, en el caso de los cucarrones pirófilos, para encontrar sitios donde se esté apagando un incendio forestal que les asegure encontrar vegetación (específicamente coníferas = pinos) sin toxinas para dejar sus huevos y asegurar alimentar sus larvas sin envenenarlas.

Si los receptores de infrarrojo no se encuentran en los ojos, ¿dónde los tienen ubicados los insectos? Aquellos que chupan sangre los tienen por ejemplo en sus antenas, mientras que los insectos pirófilos (como cucarrones) los tienen o bien cerca al punto donde se insertan las patas medias en el tórax (*Melanophila acuminata*), o bien a ambos lados de los segmentos anteriores del abdomen como en *Merimna atrata*. De nuevo, ambas localizaciones son evidencias de que el infrarrojo no se ve, porque no se detecta con los ojos compuestos.

## Vamos a tratar de ver el cielo polarizado

Otra opción visual que tienen los insectos, y de la cual nosotros carecemos, es la posibilidad de ver luz polarizada. ¿De qué se trata esto? Bueno, veamos esta otra excepción visual propia de los insectos. La luz tiene esa dualidad de onda y de partícula. No vamos a profundizar en esta particularidad, pero lo que sí es importante para entender qué es la luz polarizada y cómo se ve, es comprender que la luz que viene del sol tiene ondas emitidas en todas las posibles direcciones. Nuestros ojos de humanos y el grueso de los ojos individuales de los insectos en sus ojos compuestos tienen opsinas ubicadas en diferentes direcciones, lo cual permite detectar las ondas oscilando y emitidas en diferentes direcciones por el sol. Sin embargo, en unos pocos ojos individuales de los ojos compuestos de los insectos, localizados específicamente en la parte dorsal de la cabeza, las opsinas están todas ubicadas en la misma dirección, por lo que son capaces de percibir solo aquellas ondas que vienen en una dirección de oscilación específica. La consecuencia de esta organización es que estos ojos individuales detectan únicamente luz polarizada.

## Órganos de los sentidos en insectos

De nuevo, ¿cómo se ve la luz polarizada? Deberíamos preguntarles a los insectos para saber; sin embargo, mientras alguien logra develar el secreto del Dr. Doolittle y consigue comunicarse con los insectos, les puedo dar una idea remota de qué es y para qué sirve la luz polarizada en los insectos. Vamos a hacer un experimento mental: supongamos que en estos momentos ustedes salen de sus casas y miran un cielo azul totalmente despejado. Claramente en algún punto de ese cielo se encuentra el sol, y si tratan de dirigir sus ojos hacia donde está el sol en algún momento van a quedar totalmente deslumbrados por la cantidad de luz. Si ustedes persisten en esta situación sin cerrar los párpados el resultado puede ser un daño severo de sus células receptoras en la retina, de ahí que sea tan peligroso observar el desarrollo de un eclipse solar a simple vista. ¿Qué tiene que ver esto con los insectos? Sencillo: como ellos son más inteligentes que nosotros, ningún insecto es tan absurdo de mirar al sol; lo que hacen es mirar al cielo azul y detectar una serie de anillos concéntricos que se encuentran alrededor del sol y que cubren toda la semiesfera donde este se encuentre. En la medida en que el sol transita por el cielo diurno, las esferas se desplazan también por el cielo: estas esferas concéntricas son lo que identifican exactamente los insectos con sus ojos individuales especializados en la detección de luz polarizada. Como no es necesario percibir todo un anillo concéntrico para saber dónde está el sol, los insectos se pueden dar el lujo de ver entre las nubes segmentos de esos anillos para extraer la información de donde está ubicado el sol. Solo con un cielo totalmente nublado, típico de un día lluvioso, esta información no está disponible. Es más, ni el sol se vería; entonces, para qué salir.

Como estos anillos concéntricos se mueven con el sol a lo largo del día y los insectos los pueden ubicar, esta información les sirve para utilizar el sol como patrón de referencia para desplazarse, por ejemplo, en una línea recta perfecta. El ejemplo más claro es el de los cucarrones coprófagos (que se alimentan de las heces de los animales): estos encuentran heces de cualquier animal en el ambiente, forman una esfera con ellas y, con las patas posteriores haciendo contacto con la esfera y las patas anteriores y medias en contacto con el sustrato, proceden a llevarse lejos de la fuente la esfera de heces. ¿Para qué hacen esto?

Y, ¿por qué es importante alejarse en línea recta? Lo hacen para poder llevarse esa esfera de heces a un punto donde la entierran con sus huevos para que les sirvan de alimento a las larvas en desarrollo. Es decir, usan las heces de otros animales para alimentar a sus crías. Con respecto a la segunda pregunta, se la llevan en línea recta porque nuevamente la inteligencia de los insectos nos enseña que si usted comienza boca abajo a desplazar una esfera llena de comida sin mirar para donde va, terminará sin lugar a dudas dando vueltas alrededor de un mismo punto. Si un cucarrón se arriesga a hacer esto, se expone a que un competidor más fuerte le quite la esfera de heces y pierda todo el trabajo para encontrar las heces y hacer la esfera; entonces desplazarse en línea recta es la mejor estrategia para, en el menor tiempo, encontrarse lo más lejos posible de la fuente de heces original. A esta estrategia se le conoce como menotaxis (taxis se puede entender de manera sencilla como navegación); porque no se orienta directamente hacia el estímulo, sino que asume un ángulo constante con respecto a este y lo mantiene durante todo el camino. En la medida en que un cucarrón se aleje de la fuente de heces original, la densidad de competidores problemáticos disminuye. Genial, entonces como insecto uso los anillos concéntricos como información para no perder la línea recta y asegurar llevar a un lugar seguro la fuente de alimento para mis descendientes. Lo mejor de todo es que esto lo logro utilizando la luz polarizada, sin mirar al sol y sin exponerme a quedarme ciego. Además, no solo la luz polarizada del sol sirve para esta función; también se ha comprobado que algunos insectos pueden utilizar la luz polarizada de la luna en el cielo nocturno.

Al finalizar, toda esta información luminosa (luz visible, ultravioleta y polarizada) capturada por los receptores visuales ubicados en los ojos compuestos se transmite al cerebro por medio de potenciales de acción (el lenguaje binario de todo o nada que es lo único que entiende el sistema nervioso central), con los detalles necesarios sobre colores, patrones y movimiento útiles para tomar decisiones. Sin esta valiosa información el cerebro no puede coordinar el futuro comportamiento que debe llevar a cabo un insecto. De ahí que *ojos que no ven, cerebro sin información*.

## Una nariz igual no hace a todos los insectos iguales

Ya aprendimos que la nariz de los insectos se encuentra en las antenas y palpos (solo en el caso de aquellos que los tienen). Tanto las antenas como los palpos son pares de apéndices que salen de la cabeza y que cuando se miran en detalle, con mayor aumento en el microscopio, se observan llenas de pelos. Algunos de esos pelos, generalmente los más largos, son para recibir información mecánica; por ejemplo, cuando la antena se estrella con una superficie, mientras que los más cortos son utilizados para detectar moléculas orgánicas volátiles disueltas en el aire. En una sola palabra: *oler*.

Si uno tiene la posibilidad de mirar con mayor aumento esos pelos cortos o sensilias, lo primero que salta a la vista es que su superficie está llena de poros. Por esos poros entran las moléculas volátiles, que son capturadas por unas proteínas que fijan los olores (OBP, *odorant binding proteins*) y que se encargan de llevarlas a través de un medio líquido para entregarlas a otras proteínas receptoras olfativas (OR, *olfactory receptors*) que se encuentran en unas neuronas que terminan dentro de las sensilias. Esta información química al unirse a esas proteínas receptoras en las neuronas se convierte en potenciales de acción, que es la información que entiende el sistema nervioso central del insecto para codificar los olores detectados. Todo lo anterior hace que el sistema olfativo de los insectos sea igual en todos ellos; sin embargo, no todos los insectos detectan los mismos olores y mucho menos los mismos olores disparan los mismos comportamientos en los diferentes grupos. Vamos a verlo un poco más en detalle.

A nivel de proteínas encargadas de detectar los olores, una mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) tiene 130 OR, el mosquito transmisor de la malaria (*Anopheles gambiae*) tiene 79 OR, la abeja (*Apis mellifera*) tiene 166 OR, las hormigas arrieras (*Atta cephalotes*) tienen 376 OR, la polilla (*Manduca sexta*) tiene 64 OR, los humanos (*Homo sapiens*) tenemos 350 OR, los perros (*Canis familiaris*) 838 OR, y alrededor de 1200 OR se tienen para las ratas (*Rattus norvegicus*) y de 1100 OR para los ratones (*Mus musculus*). Para hacernos una idea del papel de los OR y de las neuronas que los tienen, podemos pensar que todas esas neuronas convergen en un nervio olfativo que lleva la información al cerebro