No todo es miel: protección de las abejas ante enfermedades

It's not al honey: protecting bees from disease

Por Angélica Nohemí Jiménez-Sánchez, Ayetza Mathob Rodríguez-García, Fernando Lazcano-Pérez

Resumen: Las abejas están expuestas a enfermedades y depredadores que ponen en riesgo la seguridad de la colmena. Este texto describe algunos mecanismos de inmunidad social vinculada a la cooperación entre individuos y la dinámica grupal. Los hallazgos científicos muestran comportamientos higiénicos, uso de propóleos y automedicación con polen como parte de la resiliencia colectiva.

Palabras clave: abejas, inmunidad social, propóleos, comportamiento animal.

Abstract: Bees are exposed to diseases and predators that threaten the safety of the hive. This text describes some mechanisms of social immunity linked to cooperation among individuals and group dynamics. Scientific findings show that hygienic behaviors, the use of propolis, and self-medication with pollen are part of collective resilience.

Keywords: bees, social immunity, propolis, animal behavior.

Los insectos sociales, al igual de los humanos, son susceptibles de enfermarse; los más conocidos son termitas, hormigas y muchas especies de abejas y avispas. Viven en grandes colonias y en estrecho contacto, por lo que pueden contagiarse con cualquier patógeno, ya sea parásito, bacteria, hongo o virus.

La resistencia a enfermedades, no obstante, depende del sistema inmunitario y del desarrollo de ciertos métodos de prevención y combate a infecciones. Las personas, por ejemplo, hemos descubierto que lavar las manos, hervir el agua, usar plantas medicinales y, actualmente, medicamentos de origen sintético son métodos útiles para nuestra salud. De manera similar, otras especies han desarrollado estrategias propias contra amenazas ambientales y biológicas: los chimpancés se despiojan entre sí para eliminar parásitos y fortalecer lazos sociales y los elefantes se cubren de lodo como protección solar y de los insectos. Aunque simples, estos comportamientos son esenciales para la supervivencia y el equilibrio ecológico de cada especie.

Los mecanismos de defensa son complejos porque funcionan en lo individual y en lo colectivo. A esto se le llama inmunidad social, es decir, la cooperación entre los ejemplares de una colonia para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades asociado a la vida en grupo (Cremer *et al.*, 2007).

Las abejas son altamente organizadas y eso les ayuda a enfrentar constantes desafíos bióticos y abióticos que comprometen la estabilidad de la

colmena (Figura 1). Para mitigar estos riesgos, han desarrollado una serie de respuestas coordinadas que incluyen barreras físicas, mecanismos inmunológicos y comportamientos colectivos de prevención y control de enfermedades.

Figura 1. Abeja nativa de la Península de Yucatán, conocida como abeja metálica de orquídea, *Euglossa viridissima*

SALUD E HIGIENE DE LAS ABEJAS

Entre las estrategias más destacadas de inmunidad social en las abejas se encuentran los comportamientos de higiene, esenciales para la prevención y control de enfermedades. Un ejemplo de esto es la eliminación de crías enfermas; las abejas obreras, mediante señales olfativas, detectan y eliminan larvas afectadas por patógenos o parásitos antes de que se conviertan en una amenaza para la colonia. Otra conducta importante es el acicalamiento individual (*grooming*) y social (*allogrooming*); las abejas utilizan sus patas y estructuras especialmente adaptadas en sus cuerpos, como cerdas y peines, para acicalarse a sí mismas y a las demás (Cremer *et al*., 2007). Este proceso elimina suciedad, desechos y organismos no deseados. La tarea mutua fortalece los lazos sociales y favorece la comunicación química entre todas.

Las abejas utilizan secreciones glandulares como barrera primaria contra infecciones. El veneno producido por las hembras posee propiedades antimicrobianas y es aplicado tanto en la cera del nido de las crías como sobre el cuerpo durante el proceso de limpieza, actuando como un desinfectante natural. Su veneno, tanto en especies melíferas como en otros himenópteros, contiene una mezcla compleja de compuestos con actividad biológica, en el que destacan la melitina (Figura 2A), que representa hasta 50% del veneno de *Apis mellifera*, con características hemolíticas y antimicrobianas; a su vez, la apamina (Figura 2B) es una proteína neurotóxica de menor tamaño (Erler y Moritz, 2015).

Figura 2 A y B. Estructuras tridimensionales de moléculas proteicas presentes en el veneno de Apis mellifera: A) melitina y B) apamina

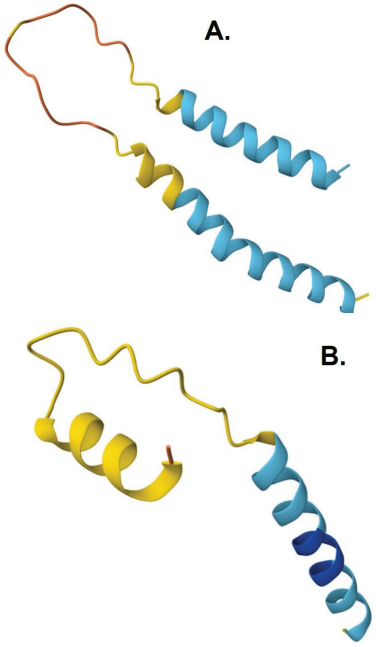
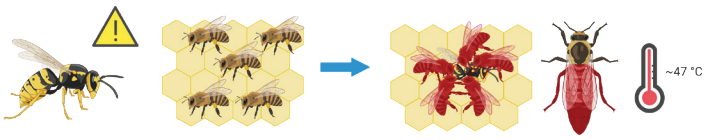


Imagen tomada de AlphaFold

Las abejas también poseen un mecanismo de termorregulación que les ayuda a acelerar el desarrollo de las crías, combatir enfermedades

fúngicas/bacterianas sensibles al calor y facilitar la defensa contra los depredadores (Cremer, 2007). Esta habilidad para elevar su temperatura corporal es un mecanismo conocido como fiebre social: las abejas envuelven a los invasores en bolas defensivas que alcanzan temperaturas letales (Figura 3).

Figura. 3. Fiebre social en abejas



Frente a la amenaza de depredadores como el avispón gigante (*Vespa spp.*), las abejas melíferas responden con una defensa colectiva conocida como "bola de calor", en donde más de 500 abejas se agrupan y generan vibraciones con su abdomen, elevando la temperatura interna hasta 47 °C y ello provoca la muerte del intruso. Elaboración propia con Biorender.

LAS ABEJAS TAMBIÉN USAN MEDICINAS

Un hecho interesante es que, así como los seres humanos utilizamos paracetamol cuando nos enfermamos, las abejas recolectan resinas de plantas y las convierten en propóleos, su medicina contra bacterias y hongos.

Las plantas producen sustancias químicas llamadas metabolitos secundarios, que les ayudan a ahuyentar depredadores y a defenderse de posibles patógenos. La presencia de metabolitos con propiedades antibióticas parece ser el resultado de la evolución planta–polinizador, en la cual la planta sintetiza compuestos antibióticos y antimicóticos para ofrecer un néctar libre de patógenos y atractivo para los polinizadores (Erler y Moritz, 2015). Mientras juntan néctar, polen y resinas, las abejas incorporan estas propiedades antimicrobianas, que se transmiten tanto a los individuos como a los productos de la colonia (Figura 4).

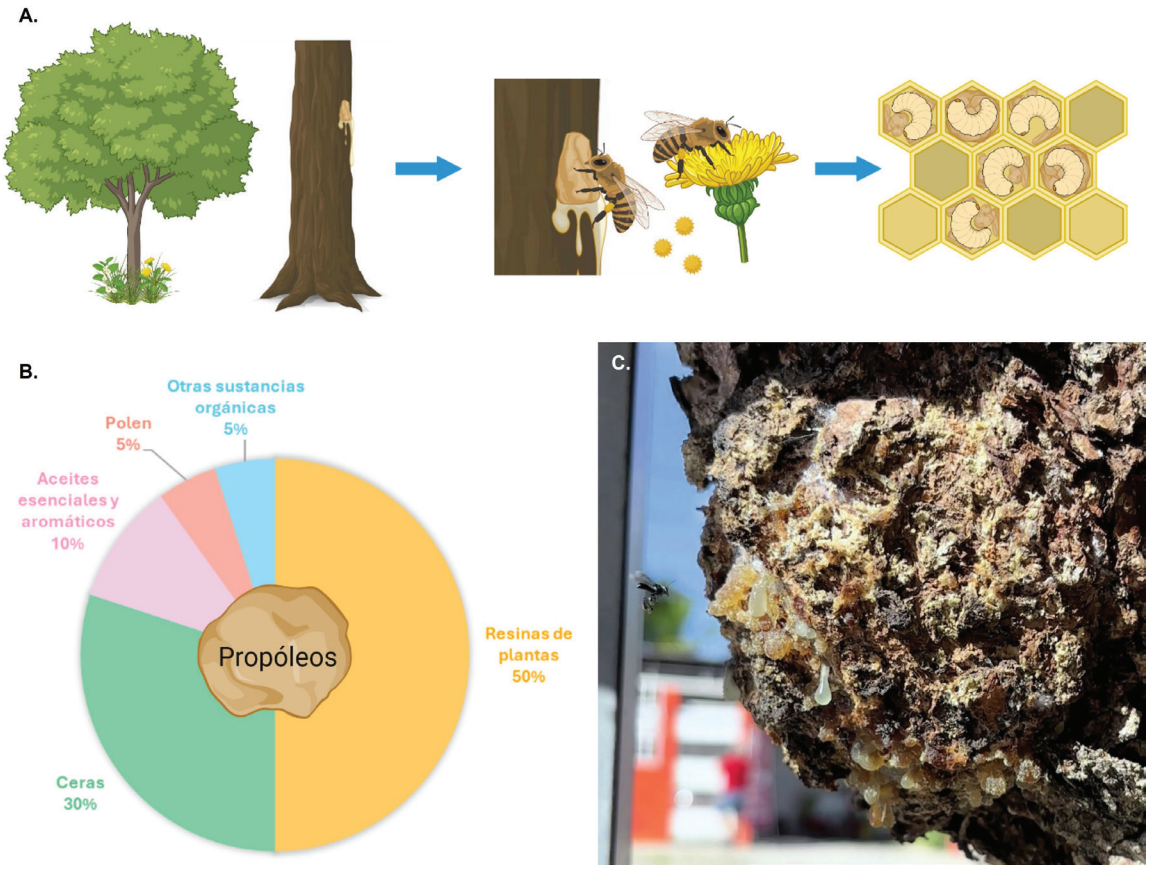
LAS ABEJAS SON ALTAMENTE ORGANIZADAS; HAN DESARROLLADO MECANISMOS INMUNOLÓGICOS Y COMPORTAMIENTOS COLECTIVOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES

Figura 4. Abeja melipona recolectando resina de la planta Flor de Mayo (*Plumeria rubra*) y colocando las pequeñas bolas de resina en su corbícula, una estructura especial situada en sus patas traseras.

Fotos propias

En este sentido, una de sus estrategias profilácticas más destacadas es precisamente la recolección de las resinas vegetales ricas en estos metabolitos, las cuales son transformadas en propóleos (del griego *pro*, "delante de", y *polis*, "comunidad" o "ciudad"), un material con propiedades antimicrobianas que refuerza la protección del nido y reduce la exposición de patógenos (Figura 5) (Erler y Moritz, 2015).

Figura 5. Estrategias profilácticas de las abejas



A) Las abejas aprovechan las propiedades antisépticas y antimicrobianas de las resinas que obtienen de diversas plantas como una medicación profiláctica y recubren el interior de las celdas de las crías, lo que ayuda a impedir o reducir la proliferación de hongos y bacterias patógenas. Imagen creada con BioRender.com. B) Composición general del propóleo crudo (Huan *et al*., 2014). C) Abeja melipona recolectando resina del árbol Chaká (*Bursera simaruba*).

Estas conductas las podemos relacionar con dos tipos de comportamientos asociados al uso medicinal de plantas: la farmacoforia, uso externo de plantas (materiales para construir el nido) y la farmacofagia, ingestión de sustancias no nutritivas que no contribuyen directamente a la demanda energética (Erler y Moritz, 2015). Generalmente, ambas tienen una finalidad profiláctica, pero también las hay de automedicación.

Un estudio realizado por Simone-Finstrom y Spivak (2012) demostró que las abejas aumentan su ritmo de forrajeo o búsqueda de resinas medicinales cuando son sometidas a estrés por contacto con el hongo parásito *Ascophaera apis*, causante de una micosis llamada ascosferosis o enfermedad de cría yesificada. También se ha documentado que los abejorros utilizan flores con nicotina para aminorar los efectos de infecciones parasitarias (Baracchi *et al*., 2015). Estas respuestas de comportamiento sugieren que las abejas son capaces de detectar señales de infección dentro de la colonia y responder activamente mediante la recolección de sustancias con funciones antimicrobianas.

Por otra parte, la calidad del polen, principal fuente de nutrientes como proteínas y lípidos en la dieta de las abejas, influye directamente en su fisiología y en el funcionamiento de su sistema inmunitario. Se ha demostrado que la composición química del polen y del néctar floral puede modular sus defensas, haciéndolas más resistentes a determinadas enfermedades. Por ejemplo, un estudio reveló que el polen del girasol aumenta la resistencia de las abejas frente a la nosemosis, una enfermedad causada por el hongo unicelular llamado *Nosema ceranae* (Giacomini *et al*., 2018). De este modo, la dieta influye directamente en la capacidad del organismo para responder al estrés ambiental y a la presión de diversos patógenos.

En conjunto, estos mecanismos son parte de una compleja red de defensas que garantiza la supervivencia y la estabilidad de varios tipos de insectos. En el caso de las abejas, su capacidad para adaptarse, cooperar y autorregular su entorno biológico refleja un notable paralelismo con las estrategias humanas para prevenir y tratar enfermedades. Así, las abejas no solo son esenciales para el equilibrio ecológico como polinizadoras, sino también un modelo fascinante de resiliencia colectiva y de sabiduría biológica. Comprender y preservar estas conductas protegerá a las abejas de las crecientes amenazas ambientales, e inspirará soluciones sostenibles que promuevan la salud y la cooperación en nuestras propias sociedades.

Referencias

Baracchi, David, Mark J. Brown y Lars Chittka (2015). "Behavioural evidence for self-medication in bumblebees?", en *F1000Research*, vol. 4, núm. 73. <https://doi.org/https://doi.org/10.12688/f1000research.6262.3>.

Cremer, Sylvia, Sophie A. O. Armitage y Paul Schmid-Hempel (2007). "Social Immunity", en *Current Biology*, vol. 17, 16, PR693-R702. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.06.008>.

Erler, S., y Moritz, R. (2015). "Pharmacophagy and pharmacophory: Mechanisms of self-medication and disease prevention in the honeybee colony (Apis mellifera)", en *Apidologie*, vol. 47 núm. 3, pp. 389–411. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13592-015-0400-z>.

Giacomini, Jonathan J. *et al.* (2018). "Medicinal value of sunflower pollen against bee pathogens", en *Scientific Report*s, vol. 8, art. 14394. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-018-32681-y>.

Huang, Shuai *et al.* (2014). "Recent advances in the chemical composition of propolis", en *Molecules*, vol. 19, núm. 12, pp. 19610-19632. <https://doi.org/10.3390/molecules191219610>.

Simone-Finstrom, Michael D. y Marla Spivak (2012). "Increased resin collection after parasite challenge: A case of self-medication in honeybees?", en *PLOS ONE*, vol. 7, núm. 3, e34601. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034601>.

Angélica Nohemi Jiménez Sánchez cursa la Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología en la Universidad Politécnica de Quintana Roo. Sus intereses académicos se centran en el estudio de distintos sistemas biológicos, así como en el trabajo experimental en laboratorio y el uso de técnicas de biología molecular. Realizó una estancia en la Facultad de Biología de la York University en Toronto, Canadá, donde trabajó en ecología de abejas.

Ayetza Mathob Rodríguez García es Ingeniera en Biotecnología por la Universidad Politécnica de Quintana Roo y Maestra en Ingeniería por el Instituto Tecnológico de Cancún. Es especialista en catálisis química y biocatálisis; su interés se centra en la producción de hidrógeno verde y en el desarrollo de tecnología con base en productos naturales sostenibles.

José Fernando Lazcano Pérez es egresado de la Facultad de Química de la UAEMéx y realizó su Doctorado en Ciencias en la UNAM. Es profesor de la Universidad del Caribe e investigador asociado en el Laboratorio de Biomacromoléculas 2 del Instituto de Química de la UNAM. Es especialista en toxinas de origen animal, autor más de 40 artículos en revistas internacionales indizadas, capítulos de libros y artículos de divulgación científica y SNII nivel I.