



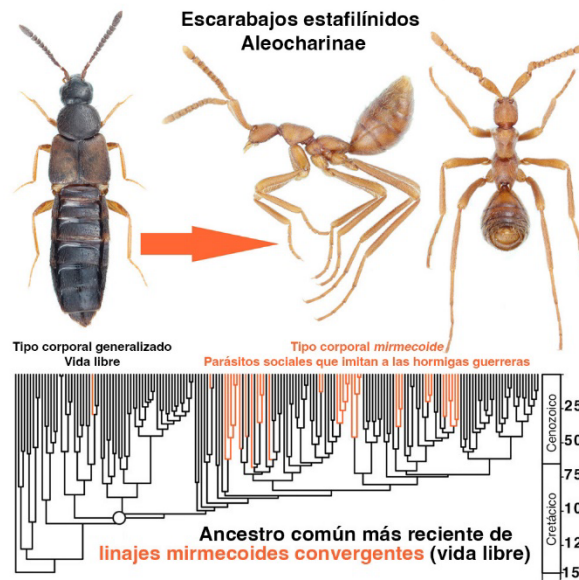
CÓMO UTILIZAR ESTE RECURSO

Muestra a los estudiantes la siguiente figura, junto con su leyenda y la información general. La Hoja de trabajo para el estudiante que acompaña este recurso, tiene espacio debajo de la leyenda de la imagen para observaciones, notas, preguntas y junto a la Información general hay espacio para grandes ideas, notas y preguntas. Las secciones “Interpretación de la gráfica” y “Preguntas de discusión” brindan información adicional y sugieren preguntas que puedes utilizar para estimular el pensamiento de los estudiantes, aumentar su participación o guiar una discusión grupal sobre las características de la gráfica y lo que representa.

Figura 1.



Figura 2.



Leyenda: En la Figura 1 se muestra una especie de escarabajo imitador de hormigas (primer plano) junto a la especie de hormiga (segundo plano) que imita. En la mitad superior de la Figura 2 se muestran más especies de escarabajos de la misma subfamilia, Aleocharinae. Los escarabajos “de vida libre” (el ejemplo que se muestra a la izquierda) tienen un tipo corporal generalizado de escarabajo. Los escarabajos “parásitos sociales que imitan a las hormigas guerreras” (los ejemplos que se muestran a la derecha) tienen un tipo corporal especializado para imitar a las hormigas (también llamado “mirmecoide”). En la mitad inferior de la Figura 2 se muestran las relaciones evolutivas entre varios linajes de Aleocharinae generalizados (en negro) o imitadores de hormigas (en naranja). El círculo indica el ancestro común más reciente de todos los linajes imitadores de hormigas.

INFORMACIÓN GENERAL

Los estafilínidos son una gran familia de especies de escarabajos que se encuentran en todo el mundo. Aunque la mayoría de los estafilínidos viven libremente por su cuenta, muchas especies de la subfamilia Aleocharinae viven en estrecha cercanía con otro tipo de insecto: las hormigas guerreras. Estos escarabajos se denominan “imitadores de hormigas” porque han desarrollado cuerpos, comportamientos y señales químicas similares a los de las hormigas, lo que engaña a las hormigas y hace que acepten a los escarabajos en sus colonias. Una vez que los escarabajos comienzan a vivir en las colonias de las hormigas, clandestinamente les roban su alimento y comen sus huevos. Las especies como estos escarabajos, que conviven y se aprovechan de las colonias de otras especies, se denominan parásitos sociales.

Existen muchas especies de estafilínidos imitadores de hormigas, y cada una de ellas se ha adaptado para imitar a la especie de hormiga guerrera específica con la que vive como parásito. En este estudio, un equipo de investigación exploró los orígenes evolutivos de todos los estafilínidos imitadores de hormigas. El equipo utilizó la secuenciación de ADN para analizar muestras de muchas especies de escarabajos Aleocharinae, tanto los que viven con hormigas como los que no. Luego, se utilizaron estos datos para construir un árbol filogenético, un diagrama de las relaciones evolutivas entre las especies.

INTERPRETACIÓN DE LAS FIGURAS

En la Figura 1 se muestra una especie de estafilínido imitador de hormigas (*Ecitophya*) junto a la especie de hormiga que parasita (*Eciton*). En la parte superior de la Figura 2 se compara una especie de estafilínido de vida libre (*Atheta*) con otra especie de estafilínido imitador de hormigas (*Pseudomimeciton*). Como se muestra, el plan corporal de los escarabajos imitadores de hormigas está muy modificado en comparación con el plan corporal generalizado del escarabajo de vida libre (llamado “mirmecoide” en la figura). Al igual que las hormigas, por ejemplo, los escarabajos imitadores de hormigas tienen una cintura estrecha, un abdomen amplio y patas más largas.

La parte inferior de la Figura 2 es un árbol filogenético que ilustra las relaciones evolutivas entre las especies de estafilínidos de la subfamilia Aleocharinae, según se determinó mediante análisis genéticos. Los linajes imitadores de hormigas son de color naranja y los linajes de vida libres son de color negro. Según se indica en el diagrama, se estimó que el ancestro común más reciente de todos los linajes imitadores de hormigas fue un escarabajo de vida libre/generalizado que existió durante el período Cretácico, hace aproximadamente 105 millones de años. Las características de imitación de hormigas surgieron de manera independiente en varios linajes durante el período Cenozoico, el mismo período en el que se cree que las hormigas se volvieron prevalentes. Se determinó que los linajes imitadores de hormigas podrían haber surgido de manera independiente al menos 12 veces, a medida que los diferentes tipos de escarabajos evolucionaban para parasitar diferentes tipos de hormigas guerreras. Este es un ejemplo de evolución convergente, la evolución independiente de rasgos similares en linajes independientes.

Otros muchos ejemplos de evolución convergente repetida, como los peces espinosos y algunas especies de pinzones de las islas Galápagos, fueron acontecimientos relativamente recientes. En estos casos, los linajes afectados eran relativamente jóvenes y estaban más estrechamente relacionados. En consecuencia, es posible que hayan tenido más probabilidades de generar variaciones genéticas similares, lo que aumenta sus posibilidades de desarrollar rasgos similares de forma independiente. Por el contrario, este estudio muestra evidencias de evolución convergente entre linajes que divergieron durante un tiempo mucho más prolongado, lo que sugiere que la evolución se puede repetir de maneras predecibles incluso en escalas temporales profundas (geológicas).

Consejo didáctico: Pide a los estudiantes que expliquen las diferentes partes de la Figura 2.

- **Tipo de gráfica:** Árbol filogenético; también llamado árbol evolutivo o filogenia. (Parte de la comunidad científica utiliza estos términos como sinónimos de “cladograma”. Otra parte utiliza el término “cladograma” para referirse a los árboles con ramas de longitud arbitraria y “árbol filogenético” en el caso de los árboles donde las longitudes de las ramas indican el tiempo, como en la Figura 2.)
- **Ramas:** Cada rama del árbol representa una especie diferente de la subfamilia del escarabajo Aleocharinae. Los linajes están uniformemente espaciados a lo largo del eje X.
- **Eje Y:** Tiempo en millones de años (Ma) antes del presente, con los nombres de la era Cenozoica y el período Cretácico.
- **Colores:** Las líneas negras indican los linajes de escarabajos de vida libre/generalizados y las líneas naranjas indican los linajes de escarabajos parasitarios/imitadores de hormigas.
- **Círculo:** Indica el ancestro común más reciente de los linajes imitadores de hormigas (“mirmecoide”), que se indica como un escarabajo de vida libre.

PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

- Compara las siguientes parejas de organismos. ¿Qué semejanzas o diferencias observas en cada pareja y por qué crees que existen esas semejanzas y/o diferencias?
 - la hormiga y el escarabajo imitador de hormigas de la Figura 1
 - el escarabajo de vida libre/generalizado (izquierda) y el escarabajo parasitario/imitador de hormigas (derecha) de la Figura 2
 - los escarabajos imitadores de hormigas de las Figuras 1 y 2
- ¿Cómo podrían el plan corporal y el comportamiento de los escarabajos imitadores de hormigas afectar su adecuación biológica al vivir en colonias de hormigas guerreras?
- Sobre la base de los principios de la teoría de la evolución por selección natural, describe cómo el plan corporal de los escarabajos imitadores de hormigas podría haber evolucionado a lo largo del tiempo.
- Según el diagrama de la Figura 2, ¿cuándo surgió la primera especie imitadora de hormigas (“mirmecoide”)? ¿Cuántas especies imitadoras de hormigas existen?
- ¿Qué otros patrones observas en el diagrama de la Figura 2? ¿Qué crees que podría explicar esos patrones?
- ¿Qué es la evolución convergente y por qué se produce?
- ¿En qué se diferencia la evolución convergente de la evolución divergente? ¿Cómo podría la comunidad científica probar hipótesis acerca de qué tipo de evolución se ha producido?
- ¿La evolución de los escarabajos imitadores de hormigas es un ejemplo de evolución convergente o divergente? Utiliza la evidencia del diagrama de la Figura 2 para fundamentar tu respuesta.
 - ¿Qué tan diferente sería el diagrama si representara el otro tipo de evolución?
- Explica con tus propias palabras qué es un “ancestro común más reciente”. ¿Qué puedes inferir de la Figura 2 sobre el ancestro común más reciente de los escarabajos imitadores de hormigas?
- ¿Se te ocurren ejemplos de este tipo de evolución en otras especies? ¿Cómo se comparan esos ejemplos con el que se muestra aquí?

TÉRMINOS CLAVE

ancestro común más reciente, árbol evolutivo, árbol filogenético, cladograma, evolución convergente, hormiga guerrera, mimetismo, parásito social, radiación adaptativa, simbiosis

FUENTE

Figura 1c y resumen gráfico de:

Maruyama, Munetoshi and Joseph Parker. “Deep-time convergence in rove beetle symbionts of army ants.” *Current Biology* 27, 6 (2017): 920–926. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.02.030>.

CRÉDITOS

Bob Kuhn, Centennial High School, Roswell, Georgia

Editado por Joseph Parker, California Institute of Technology; Satoshi Amagai, HHMI; Esther Shyu, HHMI

Traducido al español por UBIQUS; y editado por Lorena Villanueva-Almanza, Freelance Editor; Jamillah Echeverria, Vialux Media y Zulmarie Pérez Horta, HHMI