

selección natural, ya había sugerido como polinizador a la esfinge de Morgan, la cual en el continente africano tiene una espiritrompa de unos 20 centímetros de longitud. La predicción de Wallace y Darwin estaba muy cerca de la realidad.

#### V. Algunos ejemplos cercanos

Las relaciones simbióticas que vemos hoy entre plantas y polinizadores se iniciaron hace muchísimo tiempo. Las primeras angiospermas dependían del viento para su polinización, al igual que sus parientes las gimnospermas (pinos y especies relacionadas). En ellas el ovario produce un exudado pegajoso el cual atrapa los granos de polen que llegan a él. Este exudado contiene proteínas y azúcares que sirvieron de alimento a los escarabajos. Los insectos que dependían de esta forma de alimento empezaron a transportar accidentalmente el polen de una flor a otra. Después se llevó a cabo la evolución de los nectarios y de las corolas llamativas. Originalmente el carpelo tenía forma de hoja, pero éste se plegó sobre sí mismo evitando que los polinizadores se alimentaran del óvulo. Hace 65 millones de años, a principios de la Era Cenozoica, aparecieron las primeras mariposas, avispas, abejas y polillas, lo que indica que la evolución de las señales y recompensas estaba muy avanzada, ya que los adultos de estos insectos se alimentan casi exclusivamente de los productos florales. Durante los últimos 65 millones de años, la evolución ha producido varios conjuntos de señales (o síndromes) particulares en las plantas que han coevolucionado con animales polinizadores.

En México podemos nombrar a los colibríes (familia *Trochilidae*) que son el grupo que ha coevolucionado con muchas familias de plantas, entre ellas la de las orquídeas (*Orchidaceae*) y la de las bromelias (*Bromeliaceae*).

Los mamíferos no son famosos por sus actividades como polinizadores, sin embargo los murciélagos son la excepción. Al ser éstos más grandes que las aves, requieren flores más grandes y con más néctar, y como los murciélagos visitan las flores de noche, las que los atraen



poseen aromas intensos en lugar de colores vivos. La presencia de estas características en las plantas recibe el nombre de “síndrome de quiropterofilia”.

El murciélago hociquilargo mexicano (*Leptonycteris nivalis*) se alimenta del néctar del cactus saguaro (*Carnegiea gigantea*) y del ágave en el desierto de Sonora, permitiendo la fecundación de estas plantas. Como adaptación a la dieta nectarívora, la lengua de este murciélago puede extenderse casi la misma longitud de su cuerpo y tiene cerdas carnosas en la punta.

#### VI. Actividad: la importancia ecológica de las lenguas largas

Las interacciones ecológicas que se han desarrollado con la coevolución son importantes para la conservación de la naturaleza, especialmente de los ambientes silvestres. Puesto que cerca de la mitad de los mamíferos de las pluviselvas son murciélagos, la conservación de éstos juega un papel importante en el mantenimiento de las selvas. En Norteamérica en general, y en México en particular, el cuidado o destrucción de las cuevas donde reposan los murciélagos también tiene consecuencias en la subsistencia de los saguaros y otras especies del desierto. ¿Cuáles pueden ser esas consecuencias? ¿Se han manifestado ya en algunas especies? Realizar una investigación que pueda dar algunas respuestas a uno de los problemas ecológicos más importantes a los que nos podemos enfrentar en este siglo.

#### VII. Mesografía

[www.sindioses.org/cienciaorigenes/evoflores.html](http://www.sindioses.org/cienciaorigenes/evoflores.html)

[www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22-num2/articulos/murcielagos/index.html](http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22-num2/articulos/murcielagos/index.html)

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.



# Del país de las lenguas



# largas

Por: Rosa María Catalá  
Febrero 2010  
No. 135, p. 16

De: Clementina Equihua Z.  
y Rodrigo A. Medellín

#### Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, como un complemento a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso “broche de oro” para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

#### I. Relación con los temarios del Bachillerato UNAM

Esta guía y el artículo de referencia pueden utilizarla maestros de biología, y las actividades que propone pueden abordarse desde cualquier perspectiva didáctica. Para los maestros y conocedores de la enseñanza de la evolución, y particularmente al leer los textos de biología para la escuela, resulta evidente que las referencias a la evolución de las plantas son casi inexistentes. Aprovecharemos por ello el artículo de referencia para llamar la atención sobre un aspecto de la evolución en el mundo vegetal: la coevolución entre las plantas con flores y sus polinizadores. Además notaremos cómo explicó Charles Darwin

las adaptaciones de estos organismos por medio de la selección natural.

#### II. Más información: algo sobre las flores

Antes de hablar de las adaptaciones de las flores a sus polinizadores es necesario recordar qué es una flor para la ciencia. Las flores son hojas modificadas que poseen tejidos reproductivos y tejidos estériles. Cada conjunto de piezas florales que nacen de un nudo reciben el nombre de verticilo y las flores poseen cuatro: dos estériles (cáliz y corola) y dos reproductores o sexuales (androceo y gineceo).

En la flor se llevan a cabo dos importantes procesos en la vida de un organismo de reproducción sexual: la producción de los gametos (o células sexuales) y la fecundación. Para la fecundación es necesario que un grano de polen (estructura que contiene dos células masculinas y una cubierta dura) pase del verticilo masculino al verticilo femenino, el gineceo, para que germine y alcance el óvulo. Este proceso puede ejemplificarse por medio de la simulación: <http://www.edumedia-sciences.com/es/a437-polinizacion>.

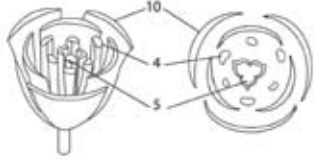
Las plantas con flores pueden tener autopolinización o polinización cruzada. En el primer caso el polen producido en los estambres de una



1) Talamo o receptáculo

**Verticilos estériles**

- 2) Cáliz (sépalos)
- 3) Corola (pétalos)
- 10) Tépalos
- 11) Periantio



**Verticilos reproductores**

- ♂ 4) Androceo (estambres)
- ♀ 5) Gineceo (pistilos)
- 9) Antera
- 6) Estilo
- 8) Filamento
- 7) Estigma

flor cae en el estigma de esa misma flor. Éste es el caso de las flores del chícharo, y por eso el famoso Gregor Mendel escogió esta planta para llevar a cabo sus experimentos sobre la herencia. En la polinización cruzada el polen producido en una flor debe ir a las estructuras femeninas de la flor de otro organismo. Con la polinización cruzada se genera mayor diversidad genética que con la autopolinización.

En las angiospermas existen muchas formas de transportar el polen. Algunas plantas, como los pastos, dependen del viento, pero muchas otras se valen de la ayuda de animales, en estos casos hablamos de *polinización biótica*.

**III. Polinización y selección natural**

Como sabemos, Darwin fue un naturalista excepcional que hizo un gran número de observaciones del mundo vegetal. En su obra *El origen de las especies*, podemos leer:

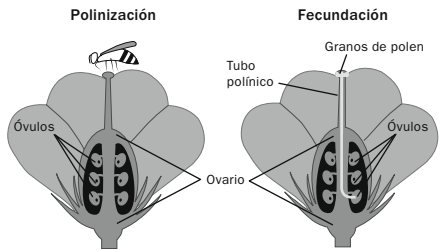
“Las flores se encuentran dentro de las producciones más hermosas de la naturaleza; pero se han vuelto visibles al contraste con las hojas verdes, y en consecuencia, hermosas al mismo tiempo, para que puedan ser vistas fácilmente por los insectos. He llegado a esta conclusión porque he encontrado como regla invariable que cuando una flor es fecundada mediante el viento, no tiene nunca una corola de color llamativo. Diversas plantas producen habitualmente dos clases de flores: unas abiertas y coloreadas de tal modo que atraigan a los insectos, y otras cerradas, no coloreadas, desprovistas de néctar y que nunca son visitadas por los insectos. Por

consiguiente podemos llegar a la conclusión de que, si los insectos no se hubieran desarrollado sobre la faz de la Tierra, nuestras plantas no se hubieran cubierto de bellas flores y hubieran producido solamente flores tan pobres como las que vemos en el abeto, el roble, el nogal y el Fresno, y en las gramíneas, espinacas, acederas, y ortigas, que se fecundan por la acción del viento.”

Como lo notaba Darwin, la belleza de las flores ha evolucionado para permitir la fecundación cruzada. Esta polinización puede ser llevada a cabo por muchas especies animales, y en la interacción entre las plantas y sus polinizadores, la selección natural ha generado una gran variedad de adaptaciones en las plantas para garantizar que sus granos de polen lleguen a los estigmas de otras flores de su misma especie. Las características de las flores que atraen a los polinizadores pueden clasificarse como *señales* y *recompensas*.

Las señales avisan a los polinizadores que hay alimento presente en la flor. Cuando el animal visita la flor le es transferido el polen que luego llevará a otra flor. Los tipos de señales presentadas por las flores a los animales varían entre las diferentes especies vegetales. Pueden ser visuales (color, textura y patrón), olfatorias (esencias) o movimiento en algunos casos. No es poco probable que haya más de una señal presente en una flor.

Las recompensas ofrecidas por las plantas a los polinizadores casi siempre consisten en una fuente de alimento; la más común de éstas se denomina néctar. El néctar es un complejo de azúcares, aminoácidos y compuestos aromáticos. Usualmente el néctar no es lo que da el aroma a las flores (el aroma es una señal y el néctar es una recompensa). Algunas plantas ofrecen ceras como alimento, mientras que algunas veces el polen mismo es usado para tal fin.



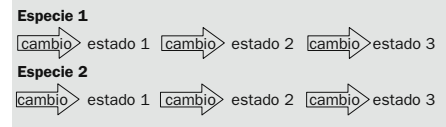
Es importante señalar que la mayoría de las especies de plantas no son polinizadas por un tipo determinado de polinizador. Sin embargo, hay casos en los cuales una especie particular poliniza una planta (en algunas orquídeas), pero estos casos son la excepción.

Para la mayoría de las especies de plantas se pueden hacer generalizaciones sobre las señales que presentan las flores que son polinizadas por grupos particulares de animales como insectos (escarabajos, mariposas, polillas, moscas, abejas, avispas), aves y murciélagos. Estas señales particulares, que son adaptaciones a un tipo de polinizador particular, aparecieron como resultado de la selección natural y forman parte de un proceso de *coevolución*.

**IV. La coevolución de las plantas con flores**

La coevolución consiste en una serie de cambios evolutivos que se dan de forma recíproca entre dos o más especies ecológicamente interrelacionadas.

Para que se presente la coevolución deben darse cambios en las especies implicadas. No se trata simplemente de que una especie presente un cambio como resultado de la actividad o la presencia de otro organismo. Para que haya coevolución es necesario que las adaptaciones que desarrolla la especie 1 sean resultado de las adaptaciones de la especie 2, y que de esta manera la especie 1 pueda incrementar su éxito reproductivo (o “fitness”). Luego la especie 2 desarrollará por selección natural otra adaptación (o una mejora de las ya presentes) que le permitirá utilizar las características de la especie 1 para dejar más descendencia. Esta influencia evolutiva mutua llevará a establecer una relación de mutualismo entre las especies 1 y 2.



Las plantas que producen recompensas para los polinizadores no lo hacen porque quieran alimentarlos gratuitamente. Esta característica evolucionó porque asegura la llegada del polen a otras flores de su misma especie y de esta manera la planta puede dejar más descendencia. Las plantas que no invierten en recom-

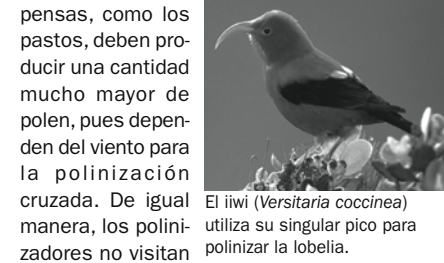


Foto: Jack Jeffrey/USFWS

El iwi (*Versitaria coccinea*) utiliza su singular pico para polinizar la lobelia.

El iwi (*Versitaria coccinea*) utiliza su singular pico para polinizar la lobelia.

El iwi (*Versitaria coccinea*) utiliza su singular pico para polinizar la lobelia. las flores porque estén interesados en ayudar a las plantas a reproducirse; simplemente van en busca de una fuente de energía que les permita seguir viviendo y dejar descendencia también. Algunos casos de coevolución han llevado a que sólo una especie de polinizador pueda acceder al néctar de una especie vegetal, por lo que esta última terminará dependiendo de la existencia de este polinizador para hacer llegar su polen a los estigmas de otra flor de la misma especie. Este caso se presenta en la orquídea estrella de Navidad (*Angraecum sesquipedale*), la cual se caracteriza por tener un estrecho recipiente tubular, llamado espolón (presente en muchas especies de orquídeas), que contiene el néctar. El espolón de dicha orquídea es inmenso comparado con el de sus congéneres, pues mide 29 centímetros de longitud. En el fondo de este recipiente, el néctar no alcanza a ocupar más de cuatro centímetros.

La orquídea estrella de Navidad fue descrita por el botánico francés Louis Marie Aubert du Petit-Thouars, quien trabajó en Madagascar y otras regiones de África a finales del siglo XVIII y principios del XIX. Petit-Thouars no conoció un polinizador que pudiera acceder al néctar ubicado tan profundamente. En 1862, Charles Darwin en una obra sobre la fertilización de las orquídeas propuso una solución al enigma: el polinizador de la orquídea malgache debía ser una mariposa con una espiritrompa con una longitud de entre 25 y 28 centímetros. Como por aquella época no se conocía ninguna mariposa con una trompa tan larga, varios entomólogos ridicularizaron la hipótesis de Darwin.

Fue hasta 1910 cuando los entomólogos Karl Jordan y Lionel Walter Rothschild encontraron el insecto que polinizaba la orquídea estrella de Navidad (ver *¿Cómo ves?* No. 127). La mariposa en cuestión era una subespecie (raza geográfica) de la esfinge de Morgán (*Xanthopan morgani praedicta*). El naturalista Alfred Russel Wallace, codescubridor del mecanismo de la