

## Desconfianza positiva hacia la simplicidad

En ciencia debe hacerse todo tan simple como se pueda, pero ni una pizca más. Decidir cuál es el punto justo de equilibrio entre una hipótesis clara y atractiva, pero demasiado simple, y otra más veraz, pero inútilmente complicada, es un dilema que se repite una y otra vez en la historia de la ecología.

Después de Darwin, no encuentro nada en la historia de la ecología que se parezca a alguna de las “revoluciones científicas” descritas por Thomas Kuhn (1922-1996) en su obra *The structure of scientific revolutions*, ningún hallazgo de trascendencia parecida, por ejemplo, al descubrimiento de la radiactividad o la estructura en doble hélice del ADN. Quizá exagere, pero me parece que los hechos empíricos básicos que manejamos los ecólogos actuales no son muy diferentes de los que tuvieron a su alcance ecólogos clásicos como Charles Elton (1900-1991) o Eugene Odum (1913-2002). A diferencia de otras disciplinas llamadas “duras”, la ecología rara vez progresa como consecuencia de hallazgos iluminadores que obliguen a reformulaciones profundas de teorías y paradigmas. Más que saltos bruscos originados por descubrimientos revolucionarios, los avances en el conocimiento ecológico suelen ser cambios suaves impulsados por un progresivo refinamiento de conceptos generales. Entre tales conceptos se cuentan nociones tan familiares como las de “competencia”, “nicho ecológico”, “comunidad”, “red trófica”, “sucesión” o “diversidad”, a cuya definición, medida y análisis ha dedicado su carrera profesional un sinnúmero de ecólogos durante muchas décadas.

Casi todos los conceptos ecológicos básicos han pasado a lo largo de los años por fases similares: partiendo de una etapa juvenil, en la que fueron simples e intuitivos, llegaron a otra de madurez en la que, despojados de su atractiva simplicidad inicial, adquirieron mayor complejidad y precisión. Es paradójico que en una ciencia tan pródiga en excepciones y huérfana de leyes universales como la ecología, esa ontogenia de los conceptos, al repetirse una y otra vez, se convierta en una de sus pautas más fiables: las leyes y teorías ecológicas *demasiado* simples deben ser siempre contempladas con una *positiva* desconfianza. He resaltado en cursivas los dos adjetivos clave de esta afirmación: *demasiado* y *positiva*. ¿Qué herramientas podemos usar para decidir si una regla o teoría ecológica es *demasiado* simple? ¿Puede ser *positiva* la desconfianza? Usaré un ejemplo muy sencillo, sacado de mi propia experiencia, para mostrar que el conocimiento empírico es la única herramienta para comprobar si una regla es demasiado simple y que, en la búsqueda de la verdad científica, el recelo es siempre más constructivo que la confianza. El recelo genera innovación, la confianza sólo estancamiento.



Inflorescencias de lisimaquia blanca (*Lysimachia ephemerum*) y cinco de sus polinizadores más importantes en la sierra de Cazorla (Jaén). En cada grupo de fotografías, la superficie de la viñeta de cada insecto es proporcional a su contribución al número total de especies (izquierda), número total de individuos contabilizados visitando las inflorescencias (centro) y número total de flores visitadas (derecha). De arriba abajo: una mosca del género *Merodon* (Diptera, Syrphidae), una avispa del género *Bembix* (Hymenoptera, Sphecidae), *Thymelicus acteon* (Lepidoptera, Hesperidae), *Sphaerophoria scripta* (Diptera, Syrphidae) y *Pyronia tithonus* (Lepidoptera, Nymphalidae).



## EL MISTERIO ABOMINABLE

Identificar los factores que propiciaron la extraordinaria diversificación de las plantas superiores (angiospermas) sigue siendo uno de los grandes temas de investigación en ecología evolutiva. Desde tiempos de Darwin, que tildó al fenómeno de “misterio abominable”, se han formulado muchas hipótesis para explicar la aparición de las aproximadamente 300.000 especies de plantas superiores que pueblan el planeta. Dado que la inmensa mayoría de ellas son polinizadas por animales (zoófilas), no es extraño que una de las teorías propuestas para resolver el misterio

abominable postule que la extraordinaria diversificación de las angiospermas estuvo ligada a la igualmente extraordinaria diversificación de sus flores, cuyos incontables diseños representan adaptaciones singulares para atraer los servicios de muy distintos animales. Al adaptarse cada especie de planta a uno o unos pocos polinizadores, las transferencias de polen tendrían lugar más a menudo entre flores de la misma especie, fomentando así el aislamiento reproductivo y la aparición de nuevas especies.

Pero esta teoría tan simple y atractiva está sometida, desde hace ya algún tiempo, a su particular ontogenia. Entre otras pre-

misas, la teoría descansa en la suposición de que la mayoría de las especies zoófilas tienen sistemas de polinización especialistas, es decir, que cada especie vegetal tiene una baja diversidad de polinizadores. Hace ya casi dos décadas que tal presunción fue refutada por varios investigadores, incluido yo mismo, al demostrar que la mayoría de las especies zoófilas son polinizadas por una gama muy amplia de polinizadores, es decir, no son especialistas sino generalistas.

## ¿CÓMO MEDIR LA DIVERSIDAD DE POLINIZADORES?

Averiguar si una especie vegetal tiene polinización especialista o generalista me pareció entonces una tarea simple. Bastaría con registrar todas las especies que polinizaban sus flores y contarlas. A más especies diferentes de polinizadores, más generalista la planta y viceversa, y este método tan elemental sirvió para desbancar la creencia de que la mayoría de las plantas zoófilas tenían polinización especializada. Pero al cabo de varias temporadas de observar en el campo visitas de insectos a flores comprendí que el simple recuento de especies de polinizadores es un modo muy burdo de evaluar su diversidad, ya que las distintas especies de polinizadores están representadas en las flores por números muy dispares de individuos. No podemos otorgar el mismo grado de especialización a una planta polinizada por cinco especies de insectos, cada una de las cuales contribuye con un 20% de los individuos, que a otra también con cinco especies pero donde una de ellas contribuye con el 96% de los individuos y las cuatro restantes solamente con un 1% cada una. Resulta obvio que la segunda tiene un sistema de polinización más especializado que la primera, a pesar de que ambas sean polinizadas por el mismo número de especies.

Pero ahora, después de muchos más años de observar polinizadores, ni siquiera ese refinamiento me parece suficiente para medir adecuadamente su diversidad. Desde la perspectiva de la planta, que es la que realmente interesa, no sólo son importantes cuántos tipos de polinizadores y cuántos individuos de cada tipo llegan a sus flores, sino también cómo es la distribución de las flores visitadas. Hay insectos muy activos que visitan decenas de flores por minuto, mientras que los más tardos se demoran varios minutos en una misma flor. Casi siempre el conjunto de polinizadores de una planta consiste en una mezcla de especies rápidas y flemáticas, por lo que no será suficiente con contar especies e individuos para evaluar su diversidad, sino que habrá que tener en cuenta además cuántas flores visita cada especie. No podemos considerar igualmente generalista a una planta polinizada por cinco especies de insectos, cada una de las cuales atiende al 20% de las flores visitadas, que a otra planta también con cinco especies pero donde una de ellas visita el 96% de las flores y las cuatro restantes solamente el 1% cada una.

## EL MUNDO REAL

Los tres métodos de medir la diversidad de polinizadores esbozados en el párrafo anterior pueden llegar a proporcionar visiones muy dispares del sistema de polinización de una planta. Dependiendo de cuál usemos podemos llegar a conclusiones dife-

rentes acerca de si una especie es generalista o especialista. He tratado de ilustrar visualmente esta idea mediante las tres composiciones que acompañan a la fotografía de inflorescencias de lisimaquia blanca (*Lysimachia ephemerum*), una hierba de floración estival propia de sitios encharcados que es polinizada por una amplia variedad de insectos. Los cinco que aparecen en las fotografías de las páginas anteriores —dos moscas, dos mariposas y una avispa— son algunos de sus polinizadores más importantes en la sierra de Cazorla (Jaén). En cada grupo de fotografías, he ordenado las especies de arriba abajo en orden decreciente de importancia y la superficie de la viñeta de cada insecto es proporcional a su contribución al número total de especies (composición de la izquierda), al número total de individuos contabilizados visitando flores (centro) y al número total de flores visitadas (derecha). De este modo, las composiciones nos ofrecen representaciones visuales de la diversidad de los polinizadores de la lisimaquia medida por los tres métodos. De izquierda a derecha la estima de la diversidad pierde simplicidad en su cálculo y necesita cada vez más información, pero la imagen que nos ofrece refleja cada vez

mejor la realidad desde la perspectiva de las plantas. Una diversidad inicial de cinco especies obtenida por el método más sencillo se acaba “contrayendo” hasta reducirse prácticamente a dos cuando tenemos en cuenta las diferencias en cuanto al número de flores visitadas por cada especie.

El ejercicio que he mostrado aquí usando unos pocos polinizadores de la lisimaquia lo podríamos repetir para decenas de especies de plantas con similar resultado. El número de especies de polinizadores es una información simple y fácil de obtener, pero que exagera inde-

bidamente el grado de generalismo, porque la mayoría de las especies son raras, lentas o ambas cosas, visitan muy pocas flores y tienden a ser por tanto numéricamente irrelevantes. Ahora tiendo a pensar que mi interpretación —que es también la de otros investigadores— de que la polinización generalista predomina en la naturaleza tal vez sea errónea, por haberse basado en un método demasiado simple de medir la diversidad de polinizadores. Observación detallada y desconfianza hacia la simplicidad me han permitido en este caso transitar el doble proceso de refinamiento y reconsideración que caracteriza a los avances en ecología. Todos los científicos deberíamos repetirnos una vez al día, a modo de mantra, lo que escribió el Premio Nobel de física Richard Feynman (1918-1988): “la observación es el juez último y definitivo de la verdad de una idea... (y por eso) ... la observación no puede ser burda ni aproximada. Uno tiene que ser muy cuidadoso.”

## Nota del autor

El lector interesado en el tema de la diversidad de polinizadores puede consultar mis siguientes artículos, todos ellos descargables desde la siguiente página web:

<http://www.plant-animal.es/personal/cmh/cmh.Publs.todas.html>

Herrera, C.M. (1996). Floral traits and plant adaptation to insect pollinators: a devil's advocate approach. En *Floral Biology*, 65-87. D.G. Lloyd y S.C.H. Barrett (eds.). Chapman and Hall. New York.

Herrera, C.M. (2005). Plant generalization on pollinators: species proximity or local phenomenon? *American Journal of Botany*, 92: 13-20.