



Carlos M.
Herrera

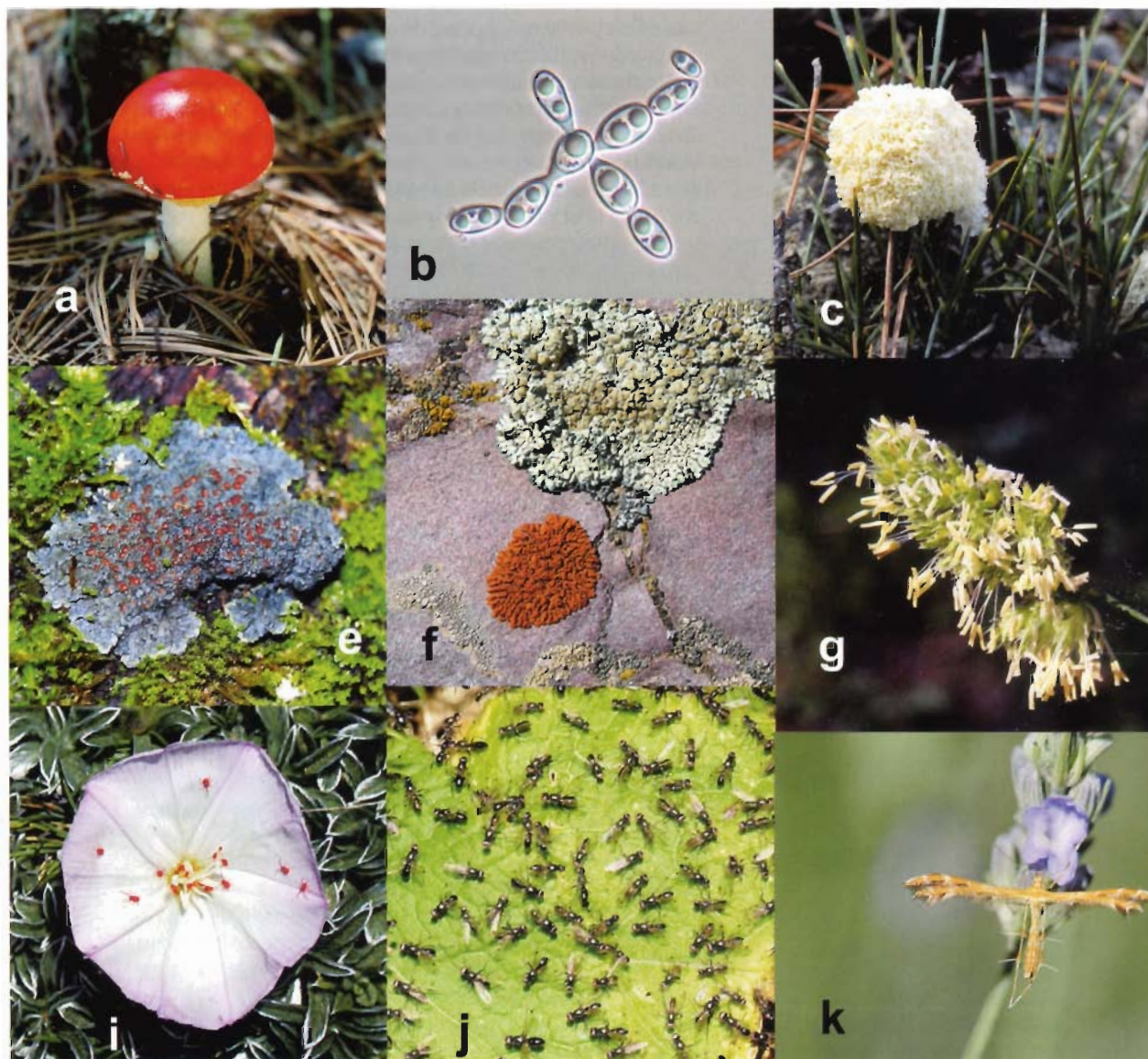
cmherrera@infonegocio.com

Sesgos biológicos, incertidumbres y oportunidades

El conocimiento biológico actual está profundamente sesgado por basarse de forma mayoritaria en una muestra reducida y no aleatoria de organismos y procesos. Esto hace albergar dudas sobre la universalidad de algunas teorías vigentes, pero también abre un mundo de oportunidades para quienes se atreven a transitar por zonas hasta ahora marginales del espectro biológico.

El objetivo último de toda disciplina científica es descubrir las leyes que gobiernan los fenómenos naturales que nos rodean. Mientras más amplio sea el ámbito de aplicación de tales leyes, mayor será su impor-

tancia y más significativo el avance que suponga su descubrimiento. La ley de la gravitación universal formulada por Isaac Newton y la teoría de la evolución por selección natural propuesta por Charles Darwin y



Algunos organismos o procesos que han sido relativamente marginales al desarrollar teorías generales en ecología y evolución: hongos uni y multicelulares (a-c), helechos (d), líquenes (e-f), polinización anemófila (g), arácnidos e insectos de pequeño tamaño (h-l). a: *Amanita*; b: *Metschnikowia gruesii*; c: hongo Mixomiceto; d: culantrillo menudo (*Asplenium trichomanes*); e: *Degelia plumbea*; f: líquenes incrustantes; g: inflorescencia de gramínea; h: Raphidiidae; i: Oribatidae (puntos rojos en la flor); j: Sepsidae; k: Pterophoridae; l: Micropterigidae. Fotos: Carlos M. Herrera y Alfredo Benavente (e).

Alfred Wallace, ofrecen dos ejemplos de reglas cuyos ámbitos de aplicación son lo suficientemente amplios como para merecer con justicia el apelativo de “leyes”. La mayoría de los productos de la ciencia cotidiana son, no obstante, reglas de mucha menor entidad, con ámbitos de aplicación restringidos y cuya validez depende de las circunstancias o de que se produzcan determinadas contingencias. Estos productos habituales de la indagación científica, que podríamos llamar “reglas estadísticas”, predominan en ecología y biología evolutiva. Veamos un ejemplo.

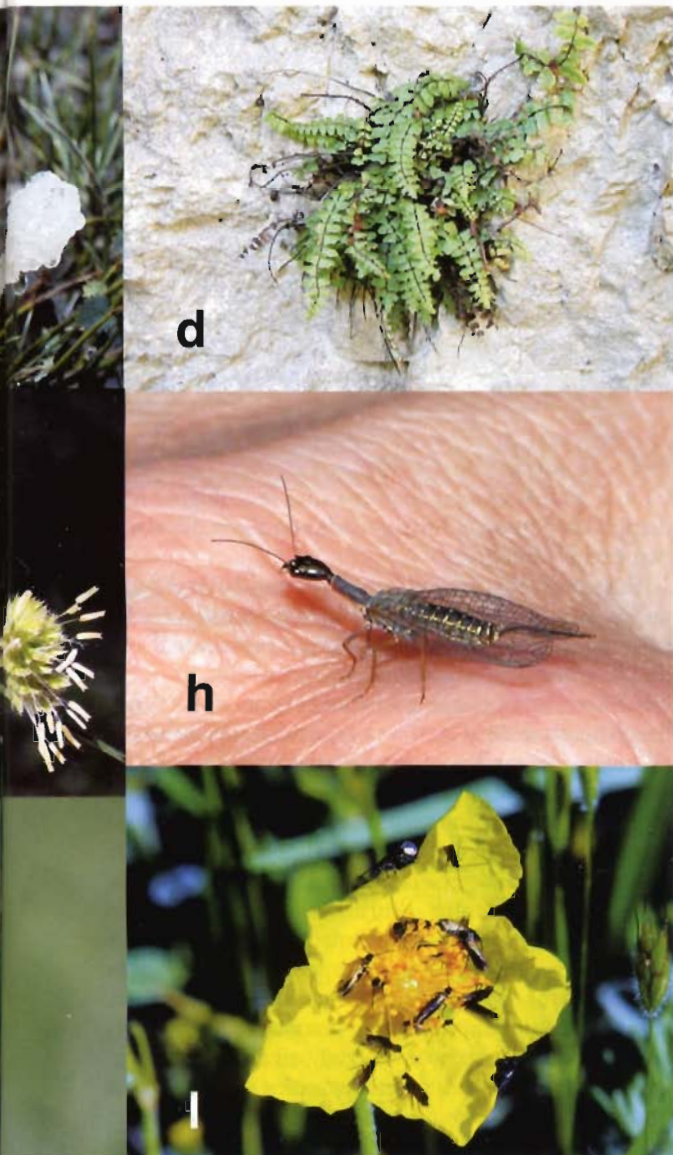
Todos conocemos la regla ecológica que establece que el número de especies aumenta gradualmente desde los polos hasta el ecuador. Dicha regla, no obstante, es de naturaleza estadística, porque no la cumplen todos los seres vivos (1). Algunos grupos como, por ejemplo, las abejas, los pulgones o las avispas endoparásitas, no alcanzan sus valores máximos de diversidad en los trópicos, sino en latitudes intermedias. En realidad, casi todas las reglas ecológicas y evolutivas son de naturaleza estadística porque, como escribió Stephen Jay Gould (1941-2002), la biología es básicamente una ciencia de frecuencias relativas.

ENCUESTAS SESGADAS

Las frecuencias relativas son también fundamentales en sociología y usaré un ejemplo relacionado con esta disciplina para explicarme mejor. Todos sabemos que no debemos confiar en los resultados de una encuesta si su muestreo no estuvo bien diseñado, es decir, si las proporciones de sexos, edades, clases sociales y demás parámetros de la muestra estudiada no estuvieron acordes con sus frecuencias en el conjunto de la población. Si el muestreo no tuvo en cuenta las distintas frecuencias de grupos que *previsiblemente pueden diferir en sus respuestas* a preguntas sobre un producto comercial o una opción política, tendremos razones para desconfiar de los resultados. La clave está en las palabras resaltadas en cursiva. Precisamente porque esperamos que hombres y mujeres tiendan a responder de forma diferente al ser preguntados por un modelo de motocicleta, o que ricos y pobres lo hagan con respecto a un programa político, resulta fundamental que las proporciones de distintos grupos sociales en la muestra interrogada coincidan lo más estrechamente posible con la realidad. Esto, que tenemos tan asumido en el caso de los estudios demoscópicos, suele obviarse en el ámbito biológico, donde muchas generalizaciones están basadas en muestras sesgadas y podrían ser engañosas.

La Nueva Síntesis neodarwiniana que dio lugar a la biología evolutiva actual fue una construcción zoocéntrica, resultado de combinar avances teóricos con observaciones sobre paleontología, genética, herencia y especiación en animales, fundamentalmente aves, mamíferos y la mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*). Los datos sobre evolución en el mundo vegetal apenas contribuyeron a su desarrollo, algo paradójico teniendo en cuenta el papel jugado por las plantas en el desarrollo de las ideas evolucionistas de Darwin y las leyes de la herencia de Gregor Mendel (1822-1884). La contribución más importante sobre evolución vegetal, el libro de G. Ledyard Stebbins (1906-2000) *Variation and Evolution in Plants*, apareció en 1950, cuando la arquitectura de la síntesis zoocéntrica estaba ya tan perfilada que sus artífices fueron reuñentes a admitir los retoques necesarios para acomodar las idiosincrasias evolutivas de las plantas descubiertas por Stebbins, y otros antes y después que él. Y si las plantas apenas estuvieron representadas en la gestación de la síntesis, ¿qué decir de microbios y hongos? Estos dos enormes grupos de organismos, tan importantes cuantitativa y cualitativamente en la constitución y funcionamiento de la biosfera, simplemente no estuvieron. Discutir las causas del cisma que ha separado el estudio de la evolución en micro y macroorganismos me apartaría de mi argumento. Baste decir que se debió más a estrechez de miras y dogmatismo de unos y de otros que a razones biológicas (2).

La ecología tampoco se libra de sesgos importantes en cuanto a los organismos, los ecosistemas y las aproximaciones en que se basan sus desarrollos conceptuales. Por ejemplo, las investigaciones sobre la relación entre biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas, uno de los paradigmas ecológicos actuales más importantes, adolecen de sesgos significativos. Tales estudios se han concentrado sobre todo en comunidades de plantas terrestres, dejando de lado los ecosistemas acuáticos, los sistemas formados por varios niveles tró-



ficos y las comunidades animales y microbianas (3); vale decir, una parte sustancial de la biosfera. Las amenazas que se ciernen sobre muchas especies han conducido a la paradoja de que hoy sabemos mucho más de la ecología de las especies en peligro crítico que de las demás. Un análisis del esfuerzo investigador recibido

ciada a la reproducción sexual, el papel decisivo del aislamiento reproductivo en la aparición de nuevas especies, o la escasa importancia de los fenómenos epigenéticos como fuentes de variación heredable, son sólo eso, rasgos específicos de los animales que no pueden generalizarse a otros grupos como plantas, hongos o bacterias. Una teoría evolutiva cuyas premisas básicas se cumplen en un grupo concreto, pero no en otros, puede ser perfectamente correcta en su ámbito específico de aplicación, pero sus pretensiones de universalidad son equivalentes a las que otorgaríamos a una encuesta sobre intención de voto que sólo hubiera indagado en los barrios periféricos de las grandes ciudades.

“...nuestro conocimiento actual sobre la ecología, la historia natural y la dinámica de poblaciones de los animales refleja cada vez más desproporcionadamente las particularidades de un pequeño grupo de vertebrados con problemas de supervivencia.”

por las especies de vertebrados de África del Sur ha demostrado que las especies amenazadas de reptiles y grandes mamíferos reciben en promedio diez veces más esfuerzo investigador que el resto (4). No conozco estudios equivalentes realizados en otras partes del mundo, pero sospecho que la situación surafricana debe ser general y que nuestro conocimiento actual sobre la ecología, la historia natural y la dinámica de poblaciones de los animales refleja cada vez más desproporcionadamente las particularidades de un pequeño grupo de vertebrados con problemas de supervivencia.

Respecto al sesgo de los estudios ecológicos, parece innecesario insistir en cuán diferentes pueden ser los patrones ecológicos surgidos del estudio de seres con muy diferentes historias evolutivas, demografías, fisiologías y funcionalidades. En los análisis comparativos, por ejemplo, que pretenden dilucidar la evolución de algún rasgo usando información sobre las relaciones filogenéticas de un conjunto de especies, la elección de unas u otras puede hacer que las conclusiones cambien drásticamente (6). Me parece necesario destacar la importancia de una fuente de sesgos que cada vez afecta más a los estudios ecológicos y que he mencionado arriba. Se trata de la creciente concentración de esfuerzo investigador sobre las especies amenazadas. No discrepo, obviamente, de la oportunidad y urgencia de estudiar especies amenazadas, pero sin olvidar que, por sus profundos sesgos (las especies amenazadas distan mucho de ser una muestra aleatoria), la aportación de esos estudios al conocimiento ecológico general es limitada. Difícilmente podría conocerse cómo fue la arquitectura inglesa de la época victoriana paseando por las calles de Londres al final de la Segunda Guerra Mundial. La fascinación que despierta en muchos ecólogos la magia financiera del nuevo “Ábrete Sésamo” llamado “Cambio Global” podría reducir en pocos años la ecología a una disciplina –o quizá industria– dedicada al estudio de escombreras biológicas.

PRINCIPIOS DEMOSCÓPICOS Y CONOCIMIENTO BIOLÓGICO

Si todos los seres vivos fuesen similares en cuanto a sus procesos y mecanismos evolutivos, o si su ecología fuera muy parecida, entonces los sesgos mencionados en los párrafos anteriores no afectarían a la calidad de nuestro conocimiento biológico. Por seguir con la analogía demoscópica, sería equivalente a una situación en que supiéramos que hombres y mujeres tienen los mismos gustos respecto a cierto artículo de consumo, en cuyo caso al diseñar un estudio de mercado no deberíamos esforzarnos por hacer coincidir las proporciones de sexos en la muestra interrogada con las proporciones en la población en general. Pero la realidad biológica dista mucho de ser así.

Todo problema esconde una oportunidad y el sesgo de los estudios biológicos también encubre una. La existencia de organismos y procesos poco o mal conocidos brinda extraordinarias oportunidades a los científicos jóvenes que prefieran la emoción del hallazgo heterodoxo al confort y seguridad que brinda la adhesión a las tendencias (sesgadas) dominantes. Es seguro apostar que surgirán muchas más sorpresas ecológicas y evolutivas investigando en los márgenes menos explorados del espectro biológico, algunos de los cuales he recopilado en el montaje fotográfico que ilustra las páginas anteriores. Pero el estudio de hongos, microbios, helechos, líquenes, pequeños insectos y otros seres “marginales” no sólo es importante por los descubrimientos puntuales que pueda proporcionar. También lo es porque permitirá avanzar hacia una ciencia biológica verdaderamente exhaustiva, donde la universalidad de sus leyes se apoye más en el rigor de un muestreo bien construido que en el obstinado olvido de las excepciones. ☞

Variación heredable y éxito diferencial de las variantes son las dos piedras angulares del proceso evolutivo. No hay razones para pensar que la segunda componente, es decir, el proceso de selección natural, funcione de manera diferente en distintos grupos de organismos. Por el contrario, éstos difieren mucho en cómo aparece, se transmite y se perpetúa la variación heredable, elementos cruciales en el desarrollo del proceso evolutivo y la aparición de novedades. No todos los organismos son, ni mucho menos, como los animales, donde las variaciones sólo se producen por mutaciones azarosas del ADN y se transmiten exclusivamente de progenitores a descendientes a través de la reproducción sexual (“transmisión vertical”). En las bacterias, por ejemplo, la transmisión de información genética entre iguales (o “transmisión horizontal”) está tan extendida que afecta a una fracción muy amplia de sus genes (5).

Otros factores moduladores de la variabilidad genética típicos de animales, como la recombinación aso-

Bibliografía

- (1) Gaston, K.J. (2000). Global patterns in biodiversity. *Nature*, 405: 220-227 (disponible en DOI: 10.1038/35012228).
- (2) Woese, C.R. y Goldenfeld, N. (2009). How the microbial world saved evolution from the Scylla of molecular biology and the Charybdis of the Modern Synthesis. *Molecular Biology and Evolution*, 26: 14-21 (disponible en DOI: 10.1128/MMBR.00002-09).
- (3) Caliman, A. y otros autores (2010). The prominence of and biases in biodiversity and ecosystem functioning research. *Biodiversity and Conservation*, 19: 651-664 (disponible en DOI: 10.1007/s10531-009-9725-0).
- (4) Trimble, M.J. y Van Aarde, R.J. (2010). Species inequality in scientific study. *Conservation Biology*, 24: 886-890 (disponible en DOI: 10.1111/j.1523-1739.2010.01453.x).
- (5) Koonin, E.V.; Makarova, K.S. y Aravind, L. (2001). Horizontal gene transfer in prokaryotes: quantification and classification. *Annual Review of Microbiology*, 55: 709-742 (disponible en DOI: 10.1146/annurev.micro.55.1.709).
- (6) Westoby, M. (2002). Choosing species to study. *Trends in Ecology and Evolution*, 17: 587 (disponible en DOI: 10.1016/S0169-5347(02)02634-4).