

BREVE HISTORIA DE LA ECOLOGÍA: VICISITUDES Y PRETENSIONES DE UNA NUEVA CIENCIA (Y VI)

José M^a Blanco Martín

Profesor titular de Ecología. Departamento de Ecología y Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga

La ecología como ciencia

Blanda, joven, sintética, tautológica, dispersa, subjetiva y muchos otros aún peores, son los epítetos que recibe la ecología —incluso desde los propios ecólogos— cuando se intenta situar en el campo de las ciencias. ¿Qué características tiene la ecología y qué atributos se esperan de una ciencia? ¿Más dura, más elaborada, más específica, más objetiva? Sería demasiado pretencioso por mi parte decir qué es una ciencia, pero a lo largo de esta serie he utilizado las palabras «ciencia», «disciplina» y algunas otras como sinónimos para definir un cuerpo de conocimientos más o menos delimitado, homogéneo, con objetivos comunes y una metodología establecida. Según algunos autores, la ecología apenas sí cumple la última de las premisas y, en algunos casos, parece que sólo se sustenta en ésta. Huxley se sacude el compromiso diciendo que la ciencia es «...ni más ni menos que el sentido común bien entrenado y organizado». Dobzhansky y otros minuciosos neodarwinistas son mucho más escrupulosos y la definen como «...la organización sistemática del conocimiento acerca del universo, sobre la base de principios explicativos sujetos a la posibilidad de falsación» aproximándose al extremo más rígido de ciencia, propugnado por Popper que, en un exceso de celo y ante la incapacidad para demostrar la veracidad de una hipótesis, apuesta por avanzar demostrando su falsedad.

En mi opinión, la dureza de una ciencia —medida en la proporción de lógica o razonamiento deductivo que utiliza y en la rigidez de sus reglas y axiomas— no es una de las cualidades más importantes y, desde luego, no está en absoluto relacionada con la utilidad de la misma. Es más, una de las disciplinas que utilizan exclusivamente el método lógico-deductivo, fue víctima de su propia dureza a principios del siglo pasado. En la búsqueda de un sencillo conjunto de axiomas del que se pudiera deducir cualquier teorema sobre la teoría de números, Gödel demostró que, para cualquier sistema formal de axiomas, siempre hay una propiedad de los números naturales que es verdad pero, sin embargo, no se puede probar por deducción dentro del sistema. Ante la vanidad rígidamente demostrada del uso de reglas rígidas para demostrar la verdad absoluta, el ecólogo tiene la prueba que necesitaba —aunque muchos aún sólo la comprendamos a medias— para, como dice Margalef, «[...] aceptar como buena la tendencia humana a buscar y descubrir regularidades en la aparente confusión de las observaciones [...] y colocarlas...» en un sistema intelectual de relaciones, con valor explicativo y predictivo. La Ecología [...] acepta la posibilidad de comprender la

Naturaleza y, esta creencia —pues no se puede probar— es, precisamente una medida de su pretensión a ser considerada como ciencia».

El método científico en la ecología

El razonamiento inductivo es el único que permite aumentar la comprensión de los fenómenos naturales. De hecho, cuando se habla de «método científico», en realidad se trata del «método inductivo científico», a no ser que ciertas disciplinas no inductivas (como la lógica y matemática) no se consideren ciencias, cosa que se podría discutir en otra ocasión. El método científico es sólo una guía para la forma de pensar humana —de naturaleza básicamente inductiva— y, en cierto modo, es la expresión formal de un razonamiento sensato (pero no debería ser un freno a la creatividad científica). La característica más importante de este método es que requiere la explicación o predicción de hechos mediante una teoría. Peters exige esta premisa esencial para considerar ciencia a una disciplina y precisamente ve en ella la principal dificultad a la que se enfrenta la ecología como ciencia. Otra premisa esencial es la necesidad de la experimentación, como mínimo, para contrastar la hipótesis.

En el aspecto teórico, la indefinición crónica de los objetos tratados en ecología, bien sea por su complejidad o por la proliferación de conceptos abstractos, se junta con una aparente ausencia de principios propios. En el aspecto práctico, la limitada capacidad para observar el mundo natural se junta con la dificultad para experimentar. ¿Sobre qué hacer las predicciones y cómo comprobarlas? A veces veo la ecología como una rama de la física: igual que hay una física cuántica, una astrofísica o una química física, podría hablarse de una biología física, en el mismo sentido que la entendió Alfred Lotka, o de una física de los ecosistemas, parafraseando la «ciencia de los ecosistemas» de Fernando González Bernáldez. Con ello no quiero decir que defienda el enfoque termodinámico de la ecología (la termodinámica es sólo una parte —bastante útil, eso sí— de la física), sino el uso del mismo método que en física. Como punto de partida, los ecólogos podríamos aprender de los físicos algo de su economía conceptual y axiomática, y de la experimentación guiada por hipótesis, en vez de la mera observación con implicaciones exclusivamente descriptivas. Esto, tan fácil de decir y tan difícil de conseguir, es la nada delgada línea que separa la ecología de la historia natural, desde mi punto de vista.

¿Principios y objetos de la ecología?

Igual que en física hay distintas escalas de observación que generan teorías coherentes entre sí, en ecología se

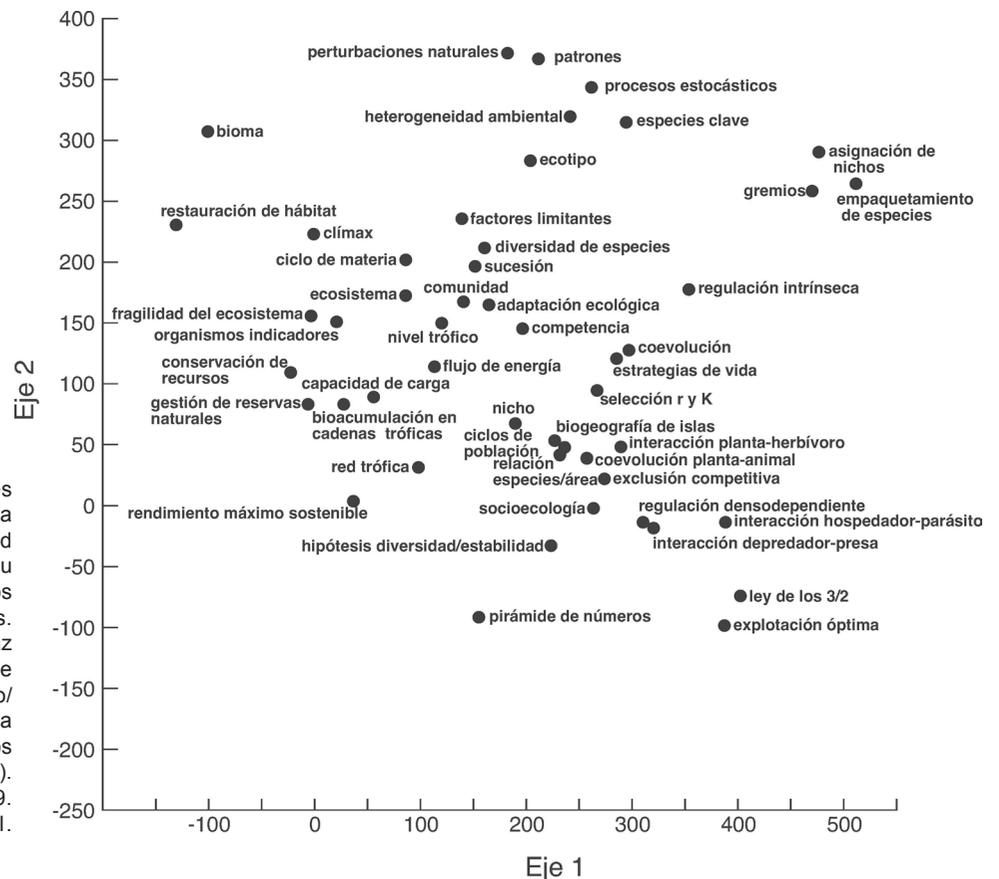


Figura 1. Análisis de componentes principales de una encuesta realizada a los miembros de la Sociedad Ecológica Británica con motivo de su 75° aniversario. La figura muestra los cincuenta conceptos más votados. El autor del estudio incluso es capaz de interpretar los ejes, asignándole al principal una dirección holismo/reduccionismo, y al segundo una basada en factores internos/factores externos (es decir, bióticos/medioambientales). Modificada de Cherret, J.M. 1989. Ecological concepts. Blackwell. Oxford.

debería buscar teorías que permitiesen la coherencia entre los distintos niveles de observación. En realidad, «ecología» es un nombre muy escueto para una disciplina muy ramificada, que actualmente mantiene varios enfoques capaces de digerir cualquier conjunto nuevo de datos. Algunos de estos enfoques son compatibles entre sí, pero otros son completamente contradictorios. Tanto es así que algunos científicos piensan que la ecología ha sobrevivido hasta la actualidad gracias a su heterogeneidad, lo que es sorprendente para una ciencia.

No me refiero a una abstracta coordinación entre jerárquicos y abstractos holones —que, por cierto, nunca han necesitado los físicos—, sino a una imbricación de teorías sometidas a la tiranía de la realidad. Algunas de las teorías que he citado en páginas anteriores, como la de catástrofes, ya van camino del panteón donde yacen el inerte flogisto, el conspicuo átomo de Bohr y los bastones rotos de MacArthur. En el caso de la física fueron nuevas teorías las que relegaron a las anteriores, pero en el caso de la ecología es que sencillamente fallaron o fueron rebatidas sin dejar herederas. Tal vez esto sea una evidencia de que flaquean los principios sobre los que fueron construidas, lo que además impediría una salvadora imbricación o regeneración de las mismas. Sería un necio si en este sencillo artículo tratase de lograr lo que bravos ecólogos no han logrado todavía, pero sí me puedo permitir la licencia para especular sobre la fragilidad de los principios y conceptos. Si se hace un listado con las variables que atañen a los ecólogos y se compara con un listado de los objetos manejados por la

ecología, saltará la evidencia: es imposible que todos los conceptos sean necesarios, la mayoría procederá de la combinación de unos pocos. ¿Cuáles son estos conceptos canónicos esenciales y qué principios los relacionan entre sí para dar las leyes ecológicas, si es que existe alguna de estas tres cosas?

La destilación de conceptos no es tarea fácil y no parece el camino adecuado, ya que no hay ninguna matriz que sea capaz de organizarlos y, mucho menos, de extraer de ellos ese conjunto selecto de conceptos o axiomas que podría unificar la ecología (figura 1). Por otro lado, la búsqueda de principios generales, al estilo de las leyes universales de la física, ha cosechado pocos frutos, la mayoría de los cuales se mantienen vivos por el valor didáctico del razonamiento implícito, más que por su capacidad predictiva. De hecho, la ecología carece de leyes generales propias. Las ha tomado prestadas de otras ciencias, principalmente la física y la química e, incluso, alguna analogía se ha copiado de disciplinas tan dispares como la embriología (la sucesión de Clements) y la semántica (la teoría de la información aplicada a la diversidad por Margalef).

Tal vez como consecuencia de la estéril búsqueda de principios y leyes generales, siquiera tan sólo de patrones generales en el sentido propugnado por MacArthur, en las últimas décadas ha surgido una tendencia de prometedores visos, aunque de momento aún está muy fragmentada. Me refiero al estudio de los mecanismos subyacentes en los fenómenos ecológicos, un enfoque que se podría llamar «neomecanicismo» si hubiera necesidad de inventar un

término. La base de esta tendencia es claramente evolutiva (es decir, no-sistémica) y reduccionista, pero desprovista de las singularidades autoecológicas y susceptible de importar el rigor físico exento de abstracciones. Combina hábilmente la búsqueda de mecanismos generales con una buena metodología, guiada por una sucesión de preguntas claras que pueden contestarse claramente. Los avances más fructíferos se producen cuando se evita la argumentación conceptual mediante la restricción de las variables ecológicas a aquellas indiscutiblemente reales,

y se reducen las cuestiones ecológicas a aquellas que realmente pueden ser resueltas. Algunas preguntas quedarán eternamente sin respuesta, inmersas en su ambigüedad conceptual —¿son más estables las comunidades más diversas?— mientras que otras, bastante más humildes pero mucho más reales —¿qué determina el tamaño del fitoplancton?— se van aclarando paulatinamente, lo cual permite avanzar en el conocimiento de la naturaleza, que en definitiva es de lo que se trata.

RUIDO VITAL

Juan Carlos Aledo

Profesor Titular del Departamento de Biología Molecular y Bioquímica, Universidad de Málaga.

Se le atribuye a Napoleón la ocurrencia de que la música es el más agradable de los ruidos. Sin ánimo de polemizar con tan ilustre personaje, cabe preguntarse ¿qué es ruido? Si uno acude a un diccionario encontrará diversas entradas. Traslado aquí, la que mejor se ajusta a nuestros semióticos propósitos: *ruido es cualquier interferencia que afecta a un proceso de comunicación.*

Todos sabemos por experiencia propia lo complicado que es mantener una conversación en un lugar ruidoso, pongamos por caso una discoteca. El sonido de las palabras de nuestro interlocutor se transmite por el aire donde se mezcla con el estrépito de la música, haciéndonos muy difícil discernir entre la señal (las palabras) y el ruido (la música). Aún cuando el resto de seres vivos no frecuenten las discotecas, sí que practican la comunicación. Hasta la más humilde de las bacterias es capaz de percibir señales, descodificar la información que porta y elaborar una respuesta congruente. Sea cual sea el canal físico de comunicación, siempre hay fuentes inevitables de ruido que se suma a la señal, generalmente dificultando la correcta interpretación de la misma. No obstante, hay situaciones en las que, sorprendentemente, el ruido mejora el procesamiento de la información biológica. Tanto es así, que puede darse el caso de que sin ruido no se pueda percibir la señal. Estoy refiriéndome a un fenómeno que ha sido bautizado como *resonancia estocástica* y del que vamos a tratar aquí.

El término resonancia estocástica (RE) fue acuñado por físicos italianos y belgas en la década de los ochenta, en el transcurso de estudios sobre climatología. Hoy día lo empleamos para referirnos a aquellas situaciones en las que el ruido tiene un papel constructivo. Las características del sistema receptor son: a) se trata de sistemas biestables (respuesta de todo o nada), b) existe un umbral, de forma que cuando la intensidad de la señal sobrepasa dicho valor, el sistema evoluciona de inactivo a activo. Ni que decir tiene, que tales requisitos recuerdan las condiciones que se dan en la transmisión del impulso nervioso y, muy posiblemente, la RE está presente en los mecanismos de percepción de

los seres vivos (Hänggi 2002, *Chemphyschem* 3: 285-290). Pero antes de pasar a ocuparnos de tan complejos sistemas, como son los seres vivos, demos paso a un modelo simple pero ilustrativo de lo que es la RE.

Si tienes a mano un ordenador con algún programa de tratamiento de imagen y fotografía, te propongo que lleves a cabo el siguiente experimento. Toma una fotografía y preséntala empleando una gama de grises. Yo he escogido una conocida foto de Watson y Crick junto a su modelo de doble hélice (panel superior izquierda de la figura 1). En esta imagen digital, cada píxel presenta un número comprendido entre 0 (negro) y 255 (blanco). Ahora, imaginemos que esta imagen es un objeto real, del mundo real. ¿Cómo sería percibido por un sistema sensorial que presentara las características antes mencionadas (biestabilidad y umbral)? La biestabilidad implica que cada píxel del objeto real, que recordemos tiene un determinado valor de gris, se va a percibir o bien como blanco o bien como negro, dependiendo de que el valor que tiene asignado en el objeto real supere o no un determinado umbral. Esta transformación de un gris a bien blanco o bien negro, se realiza a veces para conseguir imágenes con mucho contraste, y en la jerga del diseño gráfico se denomina posterizar¹.

En nuestro modelo-metáfora la posterización la identificamos con el proceso de transducción sensorial. Evidentemente, la imagen que el sistema sensorial reconstruya dependerá del umbral de posterización. Si dicho umbral es muy bajo (por ejemplo 20) se obtendrá una imagen muy débil, solamente los píxeles que en el original son muy oscuros (valor inferior a 20) aparecerán reflejados (figura 1, panel central de la fila superior). Si por el contrario, el umbral es alto (por ejemplo 220), prácticamente todos los píxeles del original tendrán un valor de gris inferior a 220 por lo que aparecerán como negro en la posterización (figura 1, panel superior derecho). Tanto si el umbral es alto como si es bajo, la pérdida de información, como se puede apreciar en la figura, es notable.

¹ Se denomina así porque fue la técnica de contraste utilizada para crear el popular póster del Che Guevara en la década de los 60.