

La explicación en ecología

La ecología ha desatendido la explicación en favor de la predicción. ¿Por qué no se le otorga a la explicación el papel que merece? En este artículo se analizan los problemas de la epistemología empirista, la importancia de los mecanismos en ecología y el papel de las explicaciones históricas.

Luis Marone ^{a,b} y Mario Bunge ^b
^a Grupo de Ecología de Comunidades de Desierto (Ecodes), UF&EV, IADIZA
 Casilla 507, 5500 Mendoza

^b Foundations & Philosophy of Science Unit
 McGill University, Montreal, Canada

Explicación y predicción

Existe un acuerdo bastante generalizado entre epistemólogos y científicos sobre cuáles son los principales objetivos de la ciencia: descripción, explicación y predicción de hechos. También hay acuerdo en que la mejor manera de hacer explicaciones y predicciones es mediante una teoría. Esta última afirmación se explicita en el modelo nomológico-deductivo de explicación, referido en la literatura inglesa también como "covering law explanation". Según este modelo, una explicación consiste en mostrar que un hecho es un caso particular de una regularidad conocida. En su contexto, la explicación difiere de la predicción sólo por el orden en que ocurren teoría y observación. En la predicción la teoría se usa para identificar la posible observación, mientras que en la explicación ya se cuenta con la observación, y se intenta mostrar que ella era esperable en el contexto de la teoría en cuestión. Anticipamos que sostendremos que el "modelo" nomológico-deductivo no constituye una explicación propiamente dicha porque (1) sólo atiende a los aspectos lógicos de la explicación, dejando de lado los epistemológicos y ontológicos, y (2) no invoca necesariamente mecanismos ¹. Volveremos sobre este punto.

Aunque el énfasis en explicar y predecir parece haber sido equilibrado, una revisión del "estado del arte" en epistemología en general (y en epistemología de la ecología en particular) indica que existe una larga tradición (o más de una) que ha desatendido la explicación en favor de la predicción. Para analizar las razones por las que se desatiende la explicación (llegando incluso a considerársela un objetivo inalcanzable) debemos estudiar su relación con mecanismos.

Explicación y mecanismo

El modelo nomológico-deductivo de explicación consiste en incluir (en inglés, "subsume") particulares en universales. Puede explicar un hecho mediante una generalización y un dato (caso A), o bien explicar una generalización por medio de dos o más generalizaciones (caso B).

Caso A:

Ley: Para todo x: si x es un P, entonces x es un Q
 Dato: b es un P
 Conclusión: b es un Q

Por ejemplo: Para todo x, si x es la especie *Chenopodium papulosum*, entonces x es una hierba anual; b es un individuo de la especie *Chenopodium papulosum*: entonces b es una hierba anual.

Caso B:

Ley 1: Para todo x: si x es un P, entonces x es un Q
 Ley 2: Para todo x: si x es un Q, entonces x es un R
 Ley 3: Para todo x: si x es un P, entonces x es un R

Por ejemplo: Para todo x, si x es la especie *Chenopodium papulosum*, entonces x es una hierba anual; si x es una

Cuadro 1.- GLOSARIO

Sistema: Objeto complejo (cosa o constructo) cuyos componentes están ligados entre sí. Se comporta hasta cierto punto como una unidad y, a excepción del universo, está incluido en un ambiente determinado.

Proceso: Sucesión de estados de una cosa.

Mecanismo: Tipo especial de proceso que ocurre en un sistema concreto y que es capaz de provocar o bloquear cambios en el sistema.

hierba anual, entonces x forma bancos de semillas persistentes; por lo tanto *Chenopodium papulosum* forma bancos de semillas persistentes.

Todos estos ejemplos son inferencias lógicamente válidas, pero no tienen poder explicativo porque se limitan simplemente a identificar un hecho como miembro de la clase definida por la generalización o a relacionar generalizaciones. Por ejemplo, no es muy informativo razonar que alguien eventualmente va a morir porque es humano (generalización: todos los humanos son mortales), porque ese razonamiento no propone ningún mecanismo para explicar el proceso en cuestión. En resumen, la inclusión no explica por qué ocurre el patrón general, indica cómo son las cosas sin decir por qué debe esperarse que sean así.

Si se desea comprender por qué ocurre un hecho dado, debemos enterarnos de cómo funciona (i.e., debemos develar sus mecanismos). Para ello es preciso reemplazar el modelo nomológico-deductivo por un modelo de explicación mecanístico ^{1,2}. La diferencia entre inclusión y explicación propiamente dicha no es lógica, sino que la explicación contesta preguntas encabezadas por cómo y por qué, mientras que la inclusión sólo responde a preguntas encabezadas por cómo (i.e., la explicación incluye a la inclusión). En el caso de la inclusión, el patrón general sigue sin ser explicado, mientras que en la explicación propiamente dicha se explica el patrón mediante hipótesis o teorías mecanísticas.

La forma lógica de una explicación mecanística elemental es:

Ley 1: Para todo x: si x es un P, entonces x es un M (hipótesis mecanística)
 Ley 2: Para todo x: si x es un M, entonces x es un Q
 Conclusión: Para todo x: si x es un P, entonces x es un Q

donde M describe un mecanismo. Por ejemplo, para todo x, si x es la especie *Chenopodium papulosum*, entonces x es una hierba anual; si x es una hierba anual, entonces las semillas de x presentan dormición (Mecanismo); si las semillas de x presentan dormición, entonces x forma bancos de semillas persistentes; por lo tanto *Chenopodium papulosum* forma bancos de semillas persistentes.

De más está decir que la validez lógica de estas inferencias no garantiza la verdad de las premisas. Volviendo a la explicación mecanística, podemos concluir que ésta incluye a la inclusión desde el punto de vista lógico (porque toda explicación es una inclusión, pero no a la inversa), gnoseológico (porque la explicación presu-

pone más conocimiento que la mera inclusión) y ontológico (porque la explicación es más profunda al postular algún mecanismo, sea conjeturado o establecido, perceptible o imperceptible) ¹.

Generalizaciones versus conjeturas

¿Por qué entonces no se le suele otorgar a la explicación el papel central que merece? La mayoría de los mecanismos en ciencias naturales y sociales no son evidentes, sino que están ocultos. Por eso no se los puede inferir directamente de los datos, sino que hay que conjeturarlos (obviamente, para que la conjetura sea considerada científica debe poder ser corroborada empíricamente). Aquí surgen algunas objeciones muy difundidas. Positivistas y descriptivistas en la tradición de Tolomeo, Hume, Comte, Mach, Duhem y los neopositivistas rechazan las explicaciones en términos de mecanismos invisibles porque los consideran monstruos metafísicos. Así, las generalizaciones que aceptan son superficiales, no van más allá de reglas empíricas. Otros (instrumentalistas) ven a las teorías científicas sólo como instrumentos o herramientas para predecir y controlar la naturaleza o la sociedad. Suelen considerar que la explicación es inalcanzable porque (1) cualquier grupo de observaciones es potencialmente compatible con infinitas explicaciones, y (2) la historia de la ciencia enseña que las explicaciones son abandonadas y reemplazadas por otras (huelga decir que los instrumentalistas rechazan que este proceso de cambio conduzca a explicaciones cada vez más profundas). Influenciados por el escepticismo popperiano, el cual sugiere que aun las teorías más fuertes deben ser consideradas hipotéticas o conjeturales, consideran "extravagante" la pretensión de que una explicación pueda calificarse como correcta o realista (e.g., Peters ³ pág. 105). Otras objeciones provienen de los pragmatistas y toman la siguiente forma: la crisis ambiental es evidente, la búsqueda de explicaciones en ecología es lenta, por ello se debe enfatizar la predicción de hechos de importancia práctica usando correlaciones (e.g., cómo varía la biodiversidad en función de la heterogeneidad ambiental, o la densidad en relación al tamaño corporal de los mamíferos).

La filosofía de la ciencia sostenida por descriptivistas, instrumentalistas y pragmatistas dicta que el principal objetivo de un proyecto de investigación es juntar datos y (a veces usando técnicas estadísticas complejas) hallar

generalizaciones empíricas "útiles", absteniéndose de conjeturar los esquivos mecanismos que subyacen hechos y explican datos. Entre los principales problemas que presenta el fundar la investigación científica en una epistemología empirista figuran: (1) renunciar a formas de conocimiento profundas, (2) dejar librado el conocimiento y control de la naturaleza a una ciencia y tecnología que, por reemplazar conocimiento genuino por generalizaciones empíricas, pueden perder el control de lo que desean controlar, (3) impedir la formulación de predicciones que pueden convertirse en herramientas útiles, es decir, aquellas que están asociadas a las explicaciones mecanísticas.

Mecanismos en ecología

Connell ⁴ y Schoener ⁵ revisaron más de 150 experimentos de campo diseñados para poner a prueba la manifestación de competencia interespecífica en distintas comunidades. Concluyeron que había sido detectada en la mitad de los casos. Los experimentos revisados consistían en la extracción de una especie del sistema para medir las modificaciones en las abundancias de las restantes. Usaban un criterio (y no una verdadera definición) no mecanicista (o fenomenológico) de competencia, basado en las ecuaciones de

Volterra-Lotka: dos especies compiten cuando un incremento en la densidad de una de ellas conduce a una disminución en la densidad de la otra, y viceversa ⁶. Sin embargo, aunque estos experimentos aportan información útil sobre las consecuencias de la extinción de una especie para la comunidad, no permiten aprender mucho acerca de la importancia de la competencia en la naturaleza. En comunidades con más de dos especies, una especie puede afectar a otra tanto directa como indirectamente (i.e., a través de una tercera). Por ello, los cambios en abundancia registrados en los experimentos no pueden ser adjudicados inequívocamente a

interacciones directas como la competencia. Este es un ejemplo de los alcances y limitaciones de estudios no mecanísticos. Tilman ⁶ propuso que la única manera de evaluar interacciones ecológicas para construir modelos predictivos es estudiar mecanismos reales de interacción. Un estudio de esta naturaleza debería abarcar los siguientes pasos ²: (1) ubicar el hecho de interés en un contexto (o sistema) amplio, analizando la composición, ambiente y estructura del sistema; (2) conjeturar los mecanismos que mantienen funcionando al sistema, tomando pre-

Cuadro 2.- MECANISMO Y REDUCCIONISMO

La reducción es una estrategia de investigación que se aplica cuando, por ejemplo, se usan mecanismos autoecológicos (e.g., ecofisiológicos) para explicar propiedades poblacionales (e.g., densidad). Su versión radical adopta el principio metodológico que la reducción siempre es suficiente y necesaria para explicar el todo y sus propiedades (su ontología es el individualismo). El reduccionismo moderado, en cambio, sugiere como estrategia reducir todo lo que sea posible, pero sin ignorar la diversidad, la emergencia y el pluralismo (su ontología es el materialismo emergentista). El reduccionismo moderado no sólo considera la composición del sistema estudiado, sino también su estructura (i.e., la red de interacciones) y ambiente (i.e., el o los sistemas que contienen al estudiado). La estrategia de investigación que alienta la búsqueda de mecanismos favorece (en lugar de desalentar) el estudio de interacciones y, aunque suele pensarse lo contrario, es un reaseguro contra quienes pretenden reducir (radicalmente) la biología a la química y física. El término "reduccionista" suele usarse para descalificar los estudios mecanísticos. Esta interpretación superficial ya fue criticada por Wimsatt ⁸, para quien los investigadores en biología conciben su trabajo como la explicación de hechos usando mecanismos (búsqueda de mecanismos) y no como la explicación de teorías derivándolas o reduciéndolas de otras teorías (reducción a la Nagel). Esa búsqueda de mecanismos suele considerarse (sin suficiente fundamento y, por ello, desafortunadamente) una forma de reducción radical.





cauciones respecto a su plausibilidad; (3) poner a prueba la hipótesis mecanística a escala reducida; y (4) usar los resultados de los experimentos para inventar hipótesis acerca del hecho que dio origen al proceso de investigación.

El hecho a explicar podría ser que la especie granívora A abandona sitios perturbados donde la cobertura de pastos se reduce, mientras que la B permanece en ellos. Se puede conjeturar que mientras B es capaz de consumir (digerir) semillas de hierbas anuales oportunistas, A consume mayoritariamente semillas de gramíneas. Destaquemos que esta conjetura sólo pudo proponerse al ubicar los hechos en un contexto amplio, ya que supone conocimiento sobre la dominancia de semillas de hierbas anuales en los bancos de suelo después de perturbaciones, sobre una respuesta similar de A y B a la simplificación estructural del hábitat, sobre diferencias en la fisiología digestiva de A y B, etc. En este punto hay que probar experimentalmente la eficacia del mecanismo propuesto (mayor capacidad de B para digerir semillas de hierbas anuales). Si la hipótesis mecanística fuere corroborada, entonces podrá usarse para predecir (o provocar) hechos específicos en el campo. Algunos de estos hechos coincidirán con los que dieron origen al proceso de investigación, por lo que su corroboración requerirá usar un grupo diferente de datos.

Las generalizaciones empíricas no sólo consisten en un tipo de conocimiento poco profundo, sino que no deberían usarse para evaluar el papel de mecanismos porque, simplemente, dichas generalizaciones no postulan mecanismos. Es cierto que, metodológicamente, algo de pragmatismo es aceptable en ciencia porque es mejor contar con un conocimiento poco profundo para tomar decisiones que hacerlo intuitivamente. Lo que no debería aceptarse es usar hipótesis fenomenológicas pretendiendo develar el papel de mecanismos en la naturaleza.

Explicación histórica

Quienes postulan que las teorías en ecología sólo son instrumentos para predecir hechos de importancia práctica (e.g., Peters³) han encontrado un escollo importante: la historia (i.e., las condiciones iniciales y los procesos subsiguientes de los que hoy sólo queda evidencia

indirecta⁷) desempeña un papel central en la determinación de los patrones actuales en la naturaleza. Peters³ intentó salvar el escollo dividiendo a la ecología en "científica" (donde estarían las teorías capaces de formular predicciones riesgosas) e "historia natural" (donde predominarían las explicaciones históricas). Peters³ propuso dedicarse sólo a la primera. Esta manera de "resolver" problemas nos recuerda a la de aquel individuo que tenía dos autos, uno de los cuales funcionaba y el otro no: ¡resolvió el problema decidiendo que sólo tenía un auto! Si pretendemos conocer procesos y consecuencias, debemos aceptar tanto los "tratables" como los "díscolos". De otro modo, impondríamos un límite peligroso al avance del conocimiento.

Aunque su propuesta no parezca razonable, Peters³ planteó un problema importante: no se puede pretender que las explicaciones históricas sean generalizables, esto es, que se usen para dar cuenta de cada hecho ecológico significativo. Esa es una posición epistemológicamente cómoda porque, según ella, los ecólogos podrían dedicarse a inventar lindas explicaciones y conjeturar bellos mecanismos compatibles con sus datos, y todo esto sin preocuparse por corroborar la plausibilidad de los mecanismos, poniendo como excusa que su efecto cesó hace algunos millones de años. Por ello, el recurso a explicaciones históricas no debería generalizarse, sino que dichas explicaciones deberían permanecer latentes y proponerse *ad hoc* cuando sean plausibles. Esta posición es epistemológicamente optimista porque invita a desarrollar una ecología explicativa y predictiva, y no sólo a formular "reconstrucciones racionales". Además, la ecología no "sufre" un estatus especial por el papel que en ella tiene la historia. Dicho estatus es común a muchas otras ciencias, tales como la astrofísica, la geología y la biología evolutiva. ¡Habrán entonces que seguir trabajando duro!

1 Mahner M & Bunge M. 1997. Foundations of biophilosophy. Springer, Berlin.

2 Bunge M. 1997. Philos. Soc. Sci. 27:410-465.

3 Peters R. 1993. A critique for ecology. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

4 Connel J. 1983. Am. Nat. 122:661-696.

5 Schoener T. 1983. Am. Nat. 122:240-285.

6 Tilman D. 1987. Am. Nat. 129:769-774.

7 Marone L. 1988. Rev. Chil. Hist. Nat. 61:11-18.

8 Inchausti P. 1994. Am. Nat. 143:201-221.