

## El doble papel de las hipótesis en la investigación ecológica y su relación con el método hipotético-deductivo

LUIS MARONE<sup>1, 3, 4, ✉</sup> & LEONARDO GALETTO<sup>2</sup>

1. Ecodes, IADIZA-CONICET. C.C. Mendoza, Argentina.

2. IMBIV-CONICET y Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

3. ICB, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

4. CASEB, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

**RESUMEN.** A las hipótesis y al método hipotético deductivo se les acusa de otorgarle un aire de formalidad a la actividad científica. Más aun, suele afirmarse que las hipótesis no son necesarias para hacer Ecología aplicada. Aportamos argumentos para mostrar que esas afirmaciones no atienden adecuadamente el doble papel de las hipótesis en la investigación: proponer explicaciones a los patrones ecológicos pero también guiar la toma de datos. Sugerimos que los escépticos con las hipótesis dudan, en realidad, de la capacidad de la Ecología de ofrecer hipótesis "explicativas" eficaces para formular predicciones. Esos ecólogos suelen tomar partido por el instrumentalismo epistemológico pero usan hipótesis de manera implícita para guiar su investigación. Si bien sus proyectos pueden no mencionar hipótesis explicativas, no parece posible que estén libres de las hipótesis de bajo nivel que inspiran y conducen el diseño experimental. Ofrecemos evidencia a favor de nuestros argumentos a partir del análisis del "ciclo de indagación" de Peter Feinsinger y de la "ciencia libre de hipótesis" de Fred Guthery, dos ecólogos que han reflexionado sobre el método de la Ecología aplicada. El empleo de hipótesis explicativas es materia de gusto epistemológico. Sugerimos que el ecólogo es libre de elegir doctrina pero también responsable de las consecuencias de su elección. Por último, analizamos el dilema de incluir o no incluir hipótesis en proyectos de investigación descriptivos (i.e., instrumentales). Aunque esa decisión es trascendente, más importante aun es que no parece ser posible investigar sin adherir a supuestos o hipótesis, aun cuando estos no impliquen un intento genuino de explicación para el problema de partida.

[Palabras clave: instrumentalismo, método científico, realismo]

**ABSTRACT.** The dual role of hypotheses in ecological research and its association with the hypothetico-deductive method: Hypotheses and the hypothetico-deductive method are blamed for making science too formal, and some people claim that hypotheses may be unnecessary for wildlife research and that there should still be a place in basic and applied Ecology journals for studies that are not driven by explicit hypotheses. All these assertions could not reflect appropriately the double role of hypotheses in ecological research: to propose explanations for natural patterns as well as to guide data gathering in the field or laboratory. Ecologists skeptical with hypotheses suspect indeed of the capacity of their science to offer explanations that are able to produce useful predictions. These ecologists frequently adhere to epistemological instrumentalism, but they do employ implicit hypotheses to guide their own research. Instrumentalist research may lack explanatory power but, as any other research, need to be driven by some, at least, low-level (empirical) hypotheses, which may take the form of predictions or may be masked within simple empirical questions. The "inquiry cycle" of Peter Feinsinger as well as Fred Guthery's "hypothesis-free science" offer some evidence

✉ Ecodes, IADIZA-CONICET. C.C. 507, (5500)  
Mendoza, Argentina.  
lmarone@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 11 de noviembre de 2010; Fin de arbitraje: 30 de diciembre de 2010; Revisión recibida: 10 de marzo de 2011; Aceptado: 8 de abril de 2011

supporting our claims. The use of explanatory hypotheses is a matter of epistemological taste and ecologists are free to use them or not, although they should also be conscious of the consequences, for the development of Ecology, that every decision has. Lastly, we assess the dilemma of whether ecologists should include hypotheses or not in descriptive (i.e., instrumentalist) research projects. Although this may be an important issue, more important is realizing that it does not appear to be possible to conduct research without adhering to some assumptions or hypotheses, even when they do not imply a genuine attempt at offering an explanation to the starting research problem.

[Keywords: instrumentalism, scientific method, realism]

Los ecólogos suelen debatir acerca del método que emplean para conducir sus indagaciones, cubriendo aspectos tanto epistemológicos como metodológicos. Argumentan, por ejemplo, sobre la naturaleza de las leyes científicas y su relación con la explicación en Ecología (Marone & Bunge 1998; Pickett et al. 2007; Dodds 2009; Martínez del Río & Middleton 2010), acerca de la manera en que se articulan las aproximaciones deductivas e inductivas en el método de investigación (Mentis 1988; Guthery 2007; Marone et al. 2007), y sobre el rol que les cabe a la observación, el experimento y la teoría (Resetarits & Bernardo 1998; Werner 1998) o a las pruebas de hipótesis estadísticas (Johnson 1999; Dennis 2004; Maurer 2004) en la elaboración de la inferencia ecológica.

A pesar de la variedad y complejidad de los problemas en debate hay algunas preguntas que suelen repetirse con cierta frecuencia: el método hipotético deductivo (MHD) ¿es una herramienta correcta para inspirar el proceso de indagación en Ecología? ¿Se deben emplear hipótesis durante la investigación? ¿Deben incluirse hipótesis en los proyectos? Un número creciente de investigadores ha puesto en duda que los ecólogos aplicados usen el MHD de forma sistemática, o que las hipótesis que lo inspiran sean una herramienta valiosa para hacer investigación en el campo. Por ejemplo, Feinsinger (2001) ha señalado que a pesar de que los investigadores de la vida silvestre (e.g., Romesburg 1981) suelen pensar que hay que seguir el "método científico formal", o sea, "poner a prueba predicciones derivadas de hipótesis, esa aproximación puede ser contraproducente y hasta antitética a la verdadera calidad científica." Por su

parte, Guthery et al. (2004) han sugerido que, en ciertos casos, es posible hacer "buena ciencia" sin emplear hipótesis, por ejemplo, cuando el ecólogo lleva a cabo "estudios descriptivos simples". En un contexto algo más amplio, Guthery (2007, 2008) ha llegado a proponer que, en lo que se refiere al uso de la inferencia inductiva, podría existir una desconexión entre la normatividad de algunos filósofos de la ciencia y la práctica de los investigadores de la vida silvestre. Es usual, por otra parte, asistir a discusiones, a veces vinculadas a los procesos de evaluación de proyectos y manuscritos, sobre la pertinencia o no de incluir hipótesis en ellos y sobre qué tipo de enunciado puede ser considerado una hipótesis científica genuina.

Los cuestionamientos al empleo de hipótesis en la investigación ecológica constituyen el núcleo del problema que indagaremos en este artículo. Analizaremos las características de algunas doctrinas epistemológicas y postularemos que la promoción o desaliento del uso de las hipótesis y del MHD depende, en última instancia, de la posición doctrinaria del ecólogo. En particular, implicaremos que la principal objeción al empleo de hipótesis es consecuencia de la crítica de algunos ecólogos aplicados al realismo epistemológico, una doctrina que, sin embargo, suele inspirar y dar fundamento a la tarea de numerosos científicos. Pondremos a prueba esas afirmaciones revisando las propuestas metodológicas de dos reconocidos ecólogos aplicados. Pero antes de llevar a cabo ese análisis repasaremos, en un "intermezzo" filosófico, ciertos supuestos de las doctrinas del realismo e instrumentalismo junto con algunos conceptos epistemológicos que abonaremos con ejemplos de la Ecología.

## BREVE REVISIÓN DEL CONCEPTO DE HIPÓTESIS

Hay una variedad de definiciones y clasificaciones para el término hipótesis (Mahner & Bunge 1997), lo cual es comprensible porque durante la investigación se emplean diferentes tipos de hipótesis (e.g., hipótesis científica, hipótesis estadística, hipótesis nula, hipótesis auxiliar o presupuesta). A su vez, es frecuente encontrar hipótesis científicas que difieren en propiedades sustantivas como son su grado de abstracción y profundidad (e.g., hipótesis sobre patrones vs. hipótesis sobre procesos). Esas hipótesis caracterizan a distintas doctrinas epistemológicas, las cuales enfatizan algunas propiedades de la indagación a expensas de otras (e.g., para ciertas doctrinas las hipótesis son auténticos intentos de explicación pero para otras son, en última instancia, meros resúmenes de la experiencia o ficciones útiles). Una definición amplia del término hipótesis es "enunciado general pasible de ser puesto a prueba" (Bunge 1997; definición A) o, dicho de otro modo, una afirmación con algún grado de generalidad que puede ser evaluada, en el sentido de que puede analizarse su verosimilitud aunque no deba ser necesariamente verdadera. La definición A tiene la virtud de implicar que no son buenos candidatos a hipótesis científicas las preguntas (porque no son enunciados afirmativos), los datos particulares (por no ser generalizaciones, aunque sean tan corregibles como las hipótesis), ni las afirmaciones acerca de lo sobrenatural (porque no son pasibles de ser puestas a prueba por los medios habituales de la ciencia). Incluye tanto a los enunciados formulados como generalizaciones empíricas (e.g., hipótesis sobre patrones) como a los enunciados con pretensiones explicativas (e.g., hipótesis sobre procesos).

Ejemplos del primer tipo serían: la "riqueza" de especies por unidad de área disminuye en la medida en que aumenta la "latitud"; la "tala de bosques" reduce la "abundancia de mamíferos"; o la "diversidad de follaje" correlaciona de forma positiva con la "diversidad de aves". Y ejemplos de

enunciados que pretenden explicar: la riqueza de especies aumenta en los trópicos porque esas comunidades sufrieron mayor "competencia" en el pasado surgiendo más "nichos ecológicos por diversificación y especiación"; la tala de bosques disminuye la densidad de mamíferos porque reduce la "disponibilidad" de los sitios donde se han "adaptado a criar y huir de sus depredadores"; o la mayor diversidad de follaje se asocia con mayor diversidad de aves porque ambientes con más follaje tienen más "recursos disponibles", y estos soportan más "gremios" de aves.

## LA DOCTRINA DEL REALISMO Y LOS "INDICADORES" PARA INVESTIGAR LO INOBSERVABLE

Si analizamos en los ejemplos anteriores las variables marcadas en itálicas, variables que deberían estimarse para poner a prueba esos enunciados, parece evidente que su medición requiere al menos un cierto grado de "mediatización", esto es, el empleo de algunas teorías y herramientas de cálculo con el objeto de generar estimadores o indicadores de los objetos o procesos invocados. Sin embargo, el grado heterogéneo de abstracción de esos términos y conceptos sugiere que la mediatización para generar, por ejemplo, indicadores de abundancia, riqueza, diversidad, latitud o número de árboles es más modesta que para generar indicadores de competencia, nicho ecológico, adaptación o disponibilidad. En otras palabras, es bastante más simple asignar categorías para "número de árboles" que para "adaptación". Si se desea poner a prueba una generalización empírica simple y de bajo nivel de profundidad como "la tala de árboles afecta la abundancia del monito del monte (*Dromiciops gliroides*)", hay que generar indicadores que permitan estimar "grados de tala" y "densidades de monitos". Ese ejercicio conlleva, en primer lugar, esfuerzos básicos de conceptualización (e.g., ¿qué es talar? ¿cuáles árboles? ¿qué es un monito del monte? ¿cómo se estima su densidad?), además de la mediatización dada por el propio intento de estimar las variables,

contando árboles y monitos (i.e., enumerando tocones o árboles de distintas edades y monitos o sus heces u otras señales a través de un muestreo al azar). La determinación de niveles de tala y de monitos produce "indicadores" de las variables, afirmaciones sobre objetos "observables" que indican la magnitud o comportamiento de objetos o procesos "inobservables" (Bunge 2000). Esos estimadores son "construidos" por el investigador y permiten transformar los "hechos" en "datos". Admitir que el dato es construido no implica, sin embargo, afirmar que la construcción es necesariamente arbitraria: los estimadores construidos con rigor podrán ser confiables y robustos intersubjetivamente (Chalmers 2000), más aun, dirían algunos, cuando la mediatización es simple y directa.

¿Y qué ocurre cuando la mediatización es alta, compleja e indirecta? Por ejemplo, la ecóloga que desee poner a prueba la hipótesis "la competencia interespecífica es la causa evolutiva de la diferenciación de nicho trófico entre *Poospiza torquata* y *P. ornata*" (Mezquida & Marone 2003) deberá obtener indicadores de los niveles de competencia, que son más difíciles de desarrollar que los de niveles de tala o de densidad de monitos, al menos por dos motivos. Por una parte, implica inferir competencia que ocurrió en el pasado y, por lo tanto, sus indicadores más directos no estarán disponibles en la actualidad (Feinsinger 2001). Por otra, hay, al menos en principio, numerosas dimensiones del proceso de competencia (e.g., diferencias actuales en la manera de nidificar, de alimentarse o de migrar) que podrían usarse como indicadores de que hubo competencia en el pasado. En consecuencia, cualquier intento de investigación experimental que no agote todas esas dimensiones puede llegar al punto en que "la ausencia de evidencia (de competencia) no sea, necesariamente, evidencia de ausencia (de competencia)" y, por ello, prolongar notable o incluso indefinidamente el proyecto de investigación (Peters 1991).

En breve, la ecóloga no podrá contar con evidencia "directa" de competencia y enfrentará el desafío de construir indicadores

mediante un proceso más complejo y mediatizado que para las variables tala y abundancia de monitos. La base de esta mayor dificultad es que el término "competencia" es ostensiblemente más teórico (Klimovsky 1995) que "número de árboles talados" e implica un lenguaje abstracto característico de las hipótesis explicativas (Bunge 2000) que son afines al realismo epistemológico (Mahner 2001). Esta doctrina filosófica supone que la naturaleza está compuesta tanto por fenómenos u objetos "directamente observables" (e.g., árboles, mamíferos), como así también por objetos o procesos "inobservables", que no pueden evaluarse en forma directa (e.g., genes, gremios, neofobia, oportunismo, resiliencia). Para poder investigar a los últimos, el ecólogo debe "hipotetizarlos" sin contar con la posibilidad de haberlos observado. La confianza en su existencia se construye a partir de indicadores indirectos, aunque relevantes, porque constituyen sus consecuencias observables. De esto se desprende su afinidad con el realismo epistemológico, ya que implica investigar tanto objetos o fenómenos observables como inobservables, considerando su existencia igualmente plausible. Como contrapartida a los inconvenientes de abordar hipótesis sobre lo "inobservable", sólo las hipótesis más complejas y la investigación más mediatizada le aportan a la ciencia la posibilidad de profundizar su entramado teórico o explicativo. Por ejemplo, le permite investigar los mecanismos que causan los patrones ecológicos, los cuales son apreciados por numerosos investigadores que pretenden ir más allá de la descripción de fenómenos en los sistemas naturales (Marone & Bunge 1998).

### ¿CÓMO SE ELABORAN LAS HIPÓTESIS EXPLICATIVAS?

El realismo epistemológico supone que la realidad existe, que se la puede conocer, al menos de manera parcial, y que ese conocimiento es a veces perceptual, con participación protagónica de los sentidos, pero más usualmente conceptual, centrado en nuestra capacidad de teorizar y de hallar

indicadores fiables de los objetos o procesos conjeturados. Como consecuencia de ello, ciertas escuelas epistemológicas como el instrumentalismo o positivismo acusan al realismo de hacer vulnerable la ciencia a los excesos especulativos que son tan frecuentes en el discurso humano. ¿Cómo puedo estar seguro de la existencia de objetos o de la ocurrencia de eventos de los que solo tengo "evidencia indirecta"? ¿Qué fundamentos tiene quien afirma que existen los genes, el nicho ecológico o el cambio climático global, si jamás los vieron? ¿Alguien alguna vez observó el proceso de selección natural o la emergencia de una nueva especie? ¿Cuál es la diferencia entre una hipótesis explicativa y una "conjetura salvaje"?

En el contexto del realismo epistemológico, las hipótesis explicativas (e.g., sobre procesos) tienen una particular relación con el saber establecido: deben estar debidamente empotradas o enraizadas en el resto del conocimiento científico (Hanson 1958; Bunge 2000). Al momento de postularse, una hipótesis debe ser plausible o verosímil por su fundamento teórico (i.e., el soporte racional que apoya su postulación), aunque permanezca en estado de problema hasta que se la corrobore de manera puntual mediante observaciones controladas o experimentos específicos (i.e., mientras aún se desarrolla su soporte empírico). La exigencia de que las entidades o procesos hipotetizados tengan un fundamento o soporte teórico aporta un mecanismo imprescindible de "control inicial" de las ideas científicas novedosas y es un recurso metodológico esencial del realismo: permite justificar como científicos a objetos o procesos inobservables como el pensamiento, los microorganismos y la selección natural, y como metafísicos a otros, a los que les falta fundamento teórico, como los fantasmas, el "elan vital" o la telequinesis (Bunge 2000). En aquellos casos en que los investigadores proponen hipótesis "revolucionarias" o muy novedosas, el requisito del fundamento conceptual se debilita: se sugiere que la nueva idea sea, al menos, compatible con lo sustancial del conocimiento bien establecido (Marone & González del Solar 2000).

## EL MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO: HERRAMIENTA PARA PONER A PRUEBA HIPÓTESIS EXPLICATIVAS

Para poner a prueba hipótesis explicativa el ecólogo necesita desarrollar indicadores de sus términos teóricos. Para ello debe recurrir, además de a su propia hipótesis científica, a un conjunto de hipótesis presupuestas entre las que habrá teorías (e.g., de adaptación por selección natural), afirmaciones hipotéticas (e.g., el supuesto de actualismo o uniformismo, que sugiere que los procesos biológicos actuales son los mismos que ocurrían en el pasado) e información fundamental (e.g., sobre la dieta y caracteres involucrados en la alimentación). Además, recurrirá a la herramienta lógica del razonamiento deductivo para establecer algunas consecuencias "directamente observables" de su hipótesis y sus supuestos. Por ejemplo, a partir de esas premisas y antes de tomar dato alguno, el ecólogo podrá deducir que *P. ornata* diferirá respecto a *P. torquata* en ciertos caracteres "clave" de conducta, morfología o fisiología. Si las diferencias deducidas de ese modo se verificaran en el campo mediante observaciones puntuales se corroboraría una predicción de la hipótesis teórica o explicativa sobre los efectos evolutivos de la competencia (e.g., Mezquida & Marone 2003).

En casos como este, la definición de hipótesis explicativa debe sufrir una modificación frente a la "definición A". Pasa a ser "enunciado general que puede verificarse 'sólo de manera indirecta, a través de alguna de sus consecuencias'" (Bunge 1997; definición B). Obtener las consecuencias empíricas de las hipótesis explicativas (i.e., las predicciones) implica un esfuerzo deductivo explícito "a priori", dirigido a desarrollar indicadores para los términos teóricos. Se trata de un proceso hipotético deductivo que establece la base del método que lleva el mismo nombre (MHD). Desde esta perspectiva, el MHD es simplemente una vía disponible para el ecólogo que postula hipótesis explicativas y desea, antes de decidirse por ellas, ponerlas a prueba para evaluar su grado de verdad o verosimilitud.

Si diéramos algún crédito a la afirmación de que el MHD es una táctica que permite poner a prueba ideas sobre lo inobservable (ya sea sobre el cambio climático, la extinción de los dinosaurios, una infección bacteriana o el autor de un delito incalificable), no parece claro por qué algunos autores sugieren que es una formalidad impuesta por el "establishment" académico. Esos calificativos merecen, quizás, un análisis sutil como el que puede ofrecer el sociólogo o historiador de la ciencia, y que, aquí como en el resto del texto, no intentaremos en profundidad, porque, si bien es cierto que el empleo de términos teóricos que refieren a abstracciones como competencia aparente o efecto "top-down" puede otorgarle un halo de solemnidad o dignidad al lenguaje científico, y que esos conceptos son sinónimos de formalidad, es más probable que otros factores hayan contribuido en mayor medida a fijar la creencia de que el MHD es formal. Es que el MHD suele asociarse a la doctrina del "racionalismo crítico" desarrollada por Karl Popper en las primeras décadas del siglo XX (Popper 1989). Podría suceder que la figura de [Sir] Popper, un filósofo europeo asociado a la London School of Economics, institución vinculada a la ortodoxia en la teoría económica, haya contribuido a instalar la idea de que el MHD es "flemático" y su empleo, propio del "establishment" académico (algo que, digámoslo de paso, podría no honrar la complejidad y sutileza del pensamiento filosófico de Popper). Sin embargo, algunos historiadores de la ciencia podrían afirmar que esa idea no está suficientemente justificada. Por un lado, el MHD definido como la "puesta a prueba de predicciones derivadas de hipótesis científicas" (Feinsinger 2001) o "la postulación de hipótesis de investigación y ulterior deducción de observaciones que puedan contrastarse con los datos" (Guthery 2007) es una necesidad, y no una elección, cuando el ecólogo desea poner a prueba hipótesis explicativas. Por otro, aunque es cierto que el MHD fue promovido, entre otros, por el racionalismo crítico, y que Popper le hizo algunos aportes de su propio cuño, el método ha estado presente en la ciencia moderna de manera implícita o explícita (Bernard 1976; Luminet 2008) desde que los investigadores le fueron dando más importancia a la libre

elaboración de las hipótesis, restringiendo la influencia de la mera observación en el proceso de investigación (Palma 2008). Numerosas investigaciones biológicas en áreas tan diversas como los estudios moleculares (Mayorga 2006), de Sistemática (Areta 2008) o de Ecología (Farji-Brener 2003) usan el MHD.

Aunque el nexo entre la epistemología de Popper y el MHD existe, varios de los supuestos más restrictivos de la versión ingenua o refutacionista del método que se asocia a Popper (Popper 1989; Chalmers 2000) no aplican a la versión amplia y sofisticada del MHD que se emplea más frecuentemente, por ejemplo, en Ecología. Aunque no ahondaremos en su fundamentación, algunas de las características que distinguen la versión sofisticada del MHD (Hempel 1995; Chalmers 2000; Palma 2008) son: (a) esta versión no supone que un enunciado, para ser científico, deba ser falsable o refutable necesariamente; emplea el criterio de refutabilidad (Popper 1989) de manera matizada y no excluyente, como un criterio metodológico más entre otros tantos a considerar (Marone et al. 2002, 2006), (b) muchos científicos que aplicaron el MHD en los siglos anteriores al XX como Charles Darwin (1859; véase Marone & Lopez de Casenave 2009) o Claude Bernard (1976), y la mayoría de los que lo aplican en la actualidad, lo hacen conscientes de que las hipótesis no se ponen a prueba en forma aislada sino en un contexto de supuestos revisables (Wiens 1991), (c) solamente las versiones refutacionistas más radicalizadas del MHD descartan el empleo de la estadística inferencial por tener esta un fundamento inductivo, (d) a diferencia de lo que afirman Quinn & Dunham (1983) y Guthery (2007), las versiones sofisticadas del MHD, que no asumen la automaticidad dicotómica propuesta por John Platt (1964) para elegir entre hipótesis alternativas o rivales, pueden emplearse para indagar sistemas de ideas complejos, con causalidad múltiple, y (e) si bien es cierto que la versión ingenua o refutacionista del MHD parece requerir que las hipótesis sean universales para poder operar correctamente (i.e., porque exige que las ideas sean descartadas ante la primera evidencia en su contra), las versiones

matizadas del método pueden usarse en las ciencias experimentales tanto como en las históricas (Cleland 2001).

### HIPÓTESIS Y PREDICCIONES EN EL CONTEXTO DEL REALISMO E INSTRUMENTALISMO

Para el realismo las hipótesis científicas tienen carácter explicativo y guían la investigación mediante la generación de predicciones verificables (i.e., planteadas en términos empíricos) a través de un proceso hipotético deductivo. Aunque las dos definiciones de hipótesis entregadas aquí son consistentes con el realismo, la definición B (i.e., enunciado verificable “sólo a través de sus consecuencias”) es la más afín a esa doctrina.

Para el instrumentalismo, en cambio, los enunciados teóricos carecen de valor de verdad (Newton-Smith 1987) y las hipótesis científicas aceptables (i.e., generalizaciones empíricas) no proveen explicaciones teóricas profundas. Aunque el investigador instrumentalista a veces menciona hipótesis aparentemente explicativas, lo hace a condición de que sean consideradas “ficciones útiles” cuyo grado de verdad queda fuera de su alcance (Palma 2008). Ahora bien, a pesar de esas consideraciones sobre la carga metafísica aceptable de las hipótesis, no parece posible que el investigador instrumentalista pueda avanzar en su propia indagación sin contar con, al menos, hipótesis planteadas en términos empíricos. Esto es así porque, sin ellas, no podrá decidir cuáles datos recoger. Solo nuestra definición A puede aplicarse con soltura a las hipótesis afines al instrumentalismo, porque no exige mediatización ostensible. No sorprende que esas hipótesis no se puedan distinguir de las “predicciones” (e.g., Farji-Brener 2003).

Aun sin abordar la discusión sobre realismo vs. instrumentalismo, no podemos dejar de señalar que la afirmación de que la ciencia puede construirse a partir de evidencia empírica incontrovertible ha sido sujeta a

una crítica rigurosa que destaca que cualquier observación científica (i.e., cualquier actividad de toma de datos) está cargada de teoría (Hanson 1958; Chalmers 2000), y que aun la aceptación del más modesto enunciado observacional implica también aceptar una variedad de supuestos teóricos (Newton-Smith 1987; Bunge 2000). Desde esta perspectiva, la distinción teórico-observacional pierde nitidez y se reduce la confianza en la afirmación de que la creencia en un enunciado observacional esté más justificada que la creencia en uno teórico.

### POR QUÉ NO SE PUEDE EVITAR EL USO DE HIPÓTESIS: SU DOBLE FUNCIÓN EN LA INDAGACIÓN

Nuestra hipótesis es que quienes se oponen al uso de hipótesis en Ecología están objetando, en realidad, la posibilidad de desarrollar una Ecología explicativa que sea también capaz de ofrecer predicciones eficaces. Critican al realismo epistemológico, al MHD y a las hipótesis en tanto intentos de explicación (definición B). Sin embargo, ellos mismos emplean, en casos inconscientemente, hipótesis afines a la definición A para diseñar sus muestreos y la toma de datos. Mantienen ocultas a las hipótesis que guían el diseño experimental bajo otras denominaciones (e.g., pregunta, predicción, hipótesis estadística, factor de diseño). Por lo tanto, su insistencia en que es posible investigar sin hipótesis surge de no atender la doble función de las hipótesis en ciencia: aportar explicaciones pero también guiar el proceso de toma de datos. Si nuestra idea fuera correcta, predecimos que en los textos de los ecólogos escépticos con las hipótesis y el MHD habrá (1) indicios de posiciones instrumentalistas en sus fundamentos epistemológicos, con críticas a las hipótesis explicativas, y (2) hipótesis guías implícitas en sus propuestas metodológicas. En las próximas secciones analizaremos las propuestas y los argumentos de dos influyentes investigadores en Ecología aplicada y ciencia de la vida silvestre con el objeto de poner a prueba esas predicciones.

## EL "CICLO DE INDAGACIÓN" DE PETER FEINSINGER

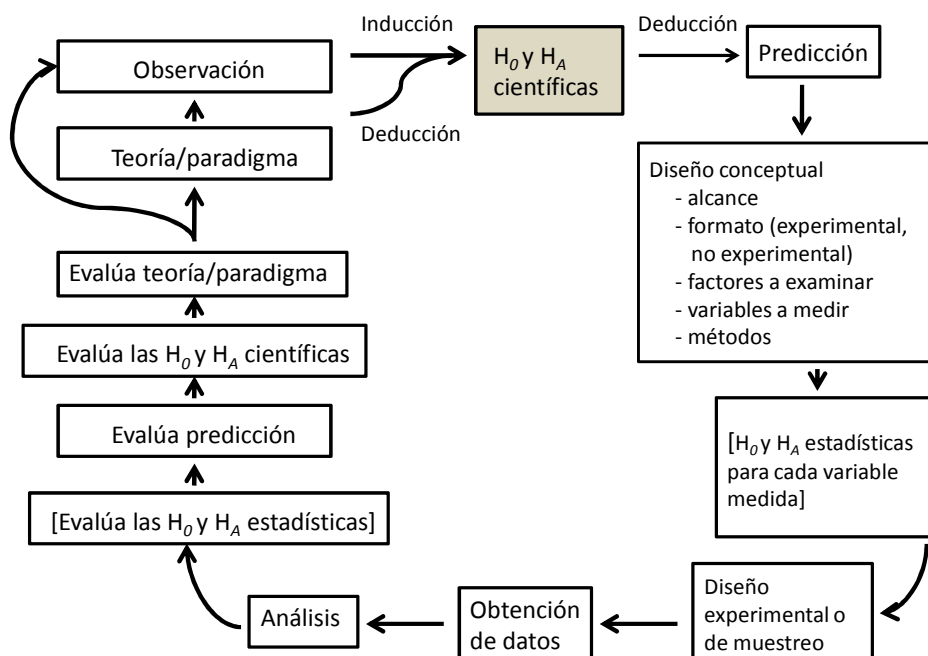
Feinsinger (2001, Pp. 9) sugiere que todo proceso de investigación comienza con una pregunta. En el "método científico formal" (i.e., el MHD) la pregunta "se transforma en una declaración afirmativa o predicción" solo después de atravesar, usando la deducción, una serie de etapas teóricas que incluyen a la hipótesis científica. Esta y sus predicciones disparan el diseño conceptual del estudio (Figura 1). En el "ciclo de indagación", en cambio, la pregunta es la que da origen al diseño conceptual, el cual conduce a la formulación de una hipótesis estadística sin pasar, al menos en forma explícita, por una hipótesis científica (Feinsinger 2001, Pp. 17) (Figura 1). Esa manera de arribar a una hipótesis estadística puede no resultar intuitiva para algunos ecólogos, pero la lógica del "ciclo de indagación" se comprende mejor si se considera qué tipo de preguntas puede formularse el ecólogo. Según Feinsinger (2001) solo se admitirán aquellas que sean pasibles de ser respondidas en forma directa, colectando datos dentro de un período de tiempo razonable en una zona definida. Las preguntas encabezadas con "cómo varía", "cuáles", "cuántos", "dónde", "cuál es la relación entre X e Y" son aceptables, pero no lo son las encabezadas con "por qué" debido a que no se pueden responder de manera directa, hoy mismo, sino que conducen "a detallar los eventos desconocidos del pasado" (Pp. 22). Las preguntas sobre "por qué" (y, más concretamente, la ejercitación de respuestas a las mismas) requieren demasiada mediatización y serían propias de la etapa de reflexión del ciclo de indagación, un proceso más especulativo (Pp. 22) como el que suele caracterizar a la sección de discusión de las publicaciones ecológicas más descriptivas. Aunque algunas de esas preguntas, transformadas convenientemente para que puedan responderse en forma directa, pueden originar nuevos ciclos de indagación, se responden más frecuentemente "sentándose alrededor de una mesa amplia y alcanzando algún tipo de consenso" (Feinsinger 2001, Pp. 23).

La renuncia a responder preguntas encabezadas con "por qué", que remiten a mecanismos causales "inobservables", es un claro indicio de instrumentalismo en la posición de Feinsinger (2001). Del mismo modo lo es el recurso a establecer ciertos postulados a través del consenso, quizás tras considerarlos "ficciones útiles" que ayudan a formular predicciones que sustentan las normas de manejo. Más aun, la insistencia de Feinsinger (2001) en el papel crucial de la observación, contra la "teorización", al inicio de una investigación ("Como siempre, la indagación comienza con una observación acerca de nuestro entorno...", Feinsinger 2001, Pp. 13) también abona esa tesis. Postulamos, por tanto, que la prédica de Peter Feinsinger en contra del uso de hipótesis en su ciclo de indagación surge como consecuencia de su objeción a los enunciados teóricos o explicativos (definición B) pero no a las hipótesis en sentido amplio (definición A). De ser esto así, deberíamos ser capaces de encontrar hipótesis implícitas en el "ciclo de indagación".

Emplearemos la pregunta que usa Feinsinger (2001) como ejemplo en su texto para evaluar nuestra predicción: "la tala selectiva ¿altera la abundancia y la diversidad de aves en una reserva determinada?" (Pp. 29). Según el autor, los intereses del ecólogo junto con las características de su pregunta definen el alcance del estudio (espacial, temporal, biológico). Para nuestro ejemplo, establecen que consistirá básicamente de un muestreo en el que la pregunta guiará el proceso de toma de datos (Figura 1). Ahora bien, eso aparenta ser así porque esta pregunta en particular lleva implícita, en su construcción, a la predicción (i.e., "la tala selectiva altera la abundancia y diversidad de aves"). En la indagación inspirada por el instrumentalismo suele ocurrir que la predicción se obtenga quitándole a la pregunta los signos de interrogación. Por ello, el ejemplo de Feinsinger (2001) no descarta que la predicción guíe la toma de datos sino que sugiere que la pregunta puede enmascarar a la predicción cuando se formula en términos empíricos o instrumentales. Pero, hay que decirlo, mientras que cualquier predicción



“Método científico formal”



“Ciclo de manejo” o “de indagación”

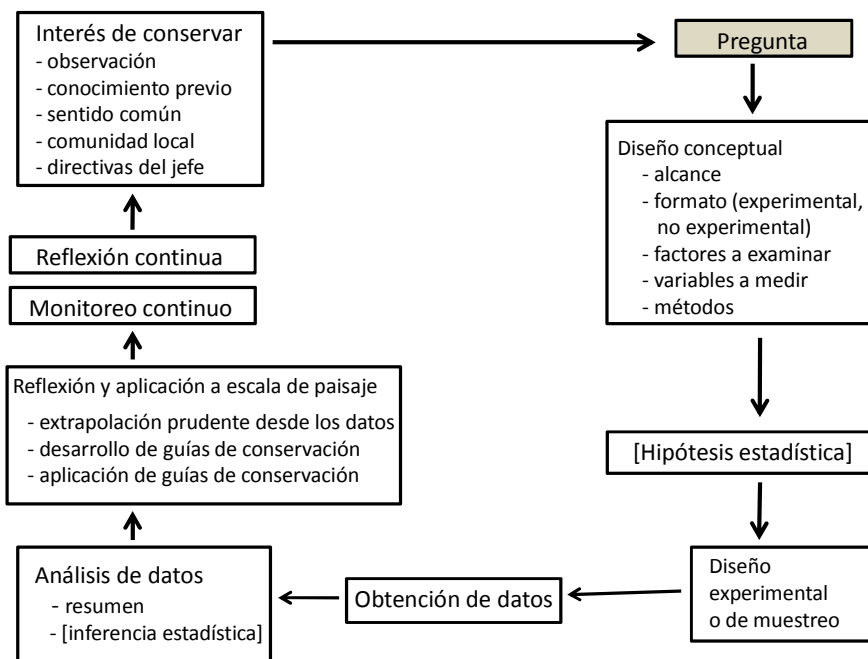


Figura 1. El método científico formal y el ciclo de indagación, levemente modificados a partir de las Figuras 2.1 y 2.4 de Feinsinger (2001), respectivamente.

Figure 1. The formal scientific method and the inquiry cycle, slightly modified from Figures 2.1 and 2.4 of Feinsinger (2001), respectively.

bien formulada puede guiar la toma de datos, algunas preguntas (e.g., aquellas encabezadas con "cómo" o "por qué") solo podrán hacerlo de forma más indirecta. Más aun, la manera correcta o más parsimoniosa de arribar a la hipótesis estadística, la cual, a diferencia de la hipótesis científica, sí está presente en el ciclo de Feinsinger (2001, Pp. 17, 19) (Figura 1), parece ser a partir de una predicción genuina, y no de una pregunta. El ciclo de indagación de Feinsinger (2001) estaría, entonces, guiado por algún tipo de hipótesis (Hempel 1995), aunque el autor evite usar ese término, plausiblemente porque lo vincula al concepto de explicación.

Nuestra predicción también se corrobora cuando se revisan los componentes del "diseño conceptual del estudio" del ciclo (Feinsinger 2001, Pp. 19). Entre ellos destaca el "factor de diseño" o aquel factor cuyo posible efecto sobre la variable de respuesta se intenta dilucidar, "y alrededor del cual se organiza el diseño de la indagación" (Pp. 30, Box 4.1). En la pregunta que estamos analizando, el "factor de diseño" es la tala selectiva del bosque, y la abundancia y diversidad de las aves es la "variable de respuesta". Parece evidente que alguna articulación del "factor de diseño" con la "variable de respuesta" a través de algún prejuicio sobre cómo se relacionan entre sí (positiva o negativamente) aportado por historia natural (Feinsinger 2001, Pp. 87) o por algún marco teórico, conduce a una hipótesis que, aun no siendo explicativa ni explícita, cumple el papel de guiar primero la toma de datos y luego su análisis en el ciclo de indagación de Peter Feinsinger.

## LA "CIENCIA LIBRE DE HIPÓTESIS" DE FRED GUTHERY

Este especialista en estudios de vida silvestre también ha reflexionado sobre el método de investigación en Ecología aplicada. Guthery et al. (2004) y Guthery (2007) recomendaron un uso ponderado de la aproximación inductiva e hipotético deductiva en Ecología. Más aun, Guthery et al. (2001, 2004) indicaron que la "experimentación hipotético deductiva" y

las hipótesis de investigación genuinas (i.e., "conjectures on 'why' a pattern exists") suelen ser poco utilizadas en Ecología aplicada, lo que no parece ser una mera descripción del estado del arte en la especialidad sino un argumento a favor de las hipótesis explicativas (i.e., "research hypotheses" en términos de Guthery et al. 2004). Sin embargo, en sus trabajos más recientes, este autor ha afirmado que numerosos estudios relevantes para conocer y conservar la vida silvestre "no necesitan ser guiados por hipótesis alguna", y que "todavía hay lugar en las revistas ecológicas básicas y aplicadas para estudios que no sean guiados por hipótesis explícitas" (Guthery et al. 2004; Guthery 2007, 2008).

El escepticismo de Guthery con las hipótesis invita a indagar sobre su posicionamiento epistemológico. En un artículo ciertamente matizado pero esencialmente crítico al empleo del MHD en Ecología aplicada de campo, Guthery (2007) indica las razones por las que el MHD sería propenso a ambigüedad o error. Entre ellas, porque es incapaz de eliminar la posibilidad de asignar causas erróneamente, y porque suele conducir a resultados no concluyentes cuando a partir de hipótesis explicativas rivales se deducen predicciones idénticas. Esas críticas al MHD están emparentadas de manera visible con clásicas objeciones del instrumentalismo o empirismo al realismo: el concepto de causa es complejo, no tiene fundamento filosófico o, incluso, es metafísico (Peters 1991), y las teorías están subdeterminadas por los datos (Sokal & Bricmont 1999). Aunque Guthery (2008) acepta que "es conveniente en el discurso (del ecólogo) hablar de causa y efecto...", enfatiza que "la determinación de causa es, hasta cierto punto, arbitraria, y esconde una plétora de complejidad y detalle". Ahonda su incomodidad con las hipótesis causales recurriendo a la clásica objeción de David Hume (1967), según la cual no existirá una idea legítima, justificada filosóficamente, de "causa necesaria" que vaya más allá de su adjudicación a eventos meramente asociados de forma temporal o espacial. En conclusión: las premisas epistemológicas de Guthery (2007, 2008) muestran, como en el caso de Feinsinger (2001), indicios claros de instrumentalismo.

En cuanto a sus sugerencias metodológicas, Guthery et al. (2004) y Guthery (2007) no objetan en forma radical el empleo de hipótesis en Ecología aplicada de campo, sino más bien el uso irreflexivo del término hipótesis. En particular, se oponen al empleo de hipótesis triviales o vacías en el contexto de presuntos estudios descriptivos (Guthery 2008). Sugieren que en esos casos la mera enunciación de los objetivos de la investigación es suficientemente informativa. Guthery parece considerar, del mismo modo que Farji-Brener (2003), que una hipótesis genuina es una conjetura sobre las causas de un patrón. Como consecuencia, debido a que una hipótesis genuina implicaría un intento de explicación, la investigación que no realiza ese intento estaría "libre de hipótesis". Esta crítica es interesante, pero parece desconocer, al igual que Feinsinger (2001), la doble función de las hipótesis: aun la que no se propone explicar un fenómeno ecológico guía, implícita o explícitamente, la toma de datos.

Paradigmáticamente, los casos de "ciencia libre de hipótesis" de Guthery et al. (2004) son dos. En primer lugar, cuando el efecto de un tratamiento es "obvio" desde el conocimiento de historia natural elemental, y lo que resta por establecer es solo su magnitud. Por ejemplo, en ciertos estudios sobre fuegos prescritos o remoción total del ganado, no parece estar en duda que los tratamientos tendrán efecto sobre una multitud de variables sino, solamente, cuál va a ser su dimensión. El otro caso de ciencia en la que podría no haber hipótesis según Guthery et al. (2004) es el de los "estudios descriptivos simples", aquellos que suelen justificarse con frases como "no existe aún información sobre este tema" o "somos los primeros en medir...", por lo que aparentemente no involucran el planteo de hipótesis ni la deducción de consecuencias (Guthery et al. 2004, Pp. 1329-30). Ambos casos merecen un análisis para decidir si, efectivamente, implican "ciencia libre de hipótesis".

Cuando, por ejemplo, se evalúa el efecto de la eliminación del ganado sobre la cobertura de la vegetación y la abundancia de aves

en pastizales con árboles, es verdad que el investigador suele no tener dudas de que habrá un efecto. Pero tanto en la construcción de ese prejuicio como en la posterior ponderación de cómo se producirá el efecto y cuál será su dimensión, el ecólogo recurre a un contexto teórico que incluye, entre otros elementos, mecanismos causales. Así, a partir de supuestos de historia natural, esperará que en el corto plazo, tras la eliminación del ganado, la cobertura de gramíneas cambie en mayor medida que la de árboles, y formulará la hipótesis de que las poblaciones de aves granívoras son más sensibles a la eliminación del ganado que las de pájaros carpinteros, hipótesis que guiará de manera ineludible la toma de datos posterior. Aun en el contexto de estudios ecológicos básicos es usual que el interés del ecólogo sea determinar la magnitud de un efecto y no su existencia, que da por cierta. Marone et al. (2008), por caso, evaluaron el efecto de la depredación de semillas por aves sobre las reservas de semillas en el Monte central. Es obvio que, desde que en la región hay pájaros granívoros, el efecto existe, por lo que su detección es solo una cuestión de que el muestreo sea suficientemente intenso (Johnson 1999). Pero para evaluar la magnitud de ese efecto fue preciso diseñar un experimento de exclusión a partir de hipótesis muy precisas sobre las preferencias alimentarias de las aves (Cueto et al. 2006). Del mismo modo, Villagra et al. (2002) estudiaron el impacto de la granivoría sobre las semillas de *Prosopis flexuosa* y concluyeron que las semillas menos vulnerables a la depredación por hormigas y mamíferos eran las que habían pasado por el tracto digestivo de ciertos herbívoros, en particular maras (*Dolichotis patagonum*). La detección y ponderación de la magnitud del efecto indirecto de la herbivoría sobre la persistencia de las semillas de algarrobo no habrían sido posibles si no se conjeturaba, "antes" de tomar un solo dato, el efecto del consumo por maras sobre el comportamiento de los granívoros. El diseño de esos y otros estudios no se habría podido llevar a cabo en un vacío teórico.

Un "estudio descriptivo simple" implicaría la acumulación de mediciones de variables

que deberían haber sido elegidas al azar por el investigador. Ese tipo de estudio no parece existir, ya que aun cuando hace análisis exploratorios (e.g., un ordenamiento multivariado), el ecólogo no mide todas las variables sino que elige algunas que considera plausiblemente pertinentes en relación a una hipótesis (Hempel 1995). De nuevo, aunque es cierto que un estudio puede no intentar explicar sino simplemente explorar datos y establecer patrones, no parece posible, por ejemplo, hacer una correlación sin antes elegir las variables a asociar, y esa elección se hace a la luz de, al menos, una hipótesis con bajo contenido teórico. En un estudio sobre la biología reproductiva del piojito (*Serpophaga griseiceps*), Mezquida & Marone (2000) estimaron numerosas variables a las que, por tradición, se las considera "descriptivas" en la especialidad. Sin embargo, la búsqueda de la información era demandada por ciertos planteos teóricos del programa de investigación general (Marone et al. 2002) que guiaba a ese trabajo puntual: el éxito reproductivo y ciertos comportamientos durante la incubación se eligieron para ser comparados con los de otras especies similares con el objeto de ponderar algunas fuerzas selectivas (e.g., depredación de nidadas) y procesos de adaptación en el Monte (e.g., selección de sitios de nidificación). Los estudios descriptivos simples parecen no ser ni tan descriptivos ni tan simples en la medida que analizamos con sutileza su concepción y desarrollo (Chalmers 2000).

### ¿HAY QUE MENCIONAR PREGUNTAS, OBJETIVOS O HIPÓTESIS EN LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN?

Antes de decidir si un proyecto debe incluir o no hipótesis es necesaria la reflexión que pone de manifiesto que, durante la etapa previa a la toma de datos (i.e., en la problematización), el ecólogo elabora sus ideas, elige algunos supuestos y descarta otros, recortando la porción de la realidad que será pertinente para su indagación. Al poner en evidencia las afirmaciones que guían la toma de datos, el ecólogo puede averiguar si ellas tienen o no contenido explicativo. Si lo tuviesen,

sabría que cuenta con al menos una hipótesis explicativa y que, para ponerla a prueba, deberá usar el MHD. Cuando la ecóloga, en cambio, llega a la conclusión de que su hipótesis no tiene contenido explicativo ostensible, comprende que su proyecto es descriptivo o instrumental, dirigido a detectar patrones para, eventualmente, usarlos con el objeto de predecir. Ante esa instancia, ella puede revisar su proyecto en busca de la hipótesis explicativa que, plausiblemente, se encuentra implícita en su investigación, o puede continuar su exploración tendiente a describir fenómenos. Pero en cualquier caso notará que la descripción de patrones no surge de una búsqueda al azar de información sino que es guiada por algún tipo de afirmación, incluyendo aquellas que tienen escaso contenido teórico.

El ecólogo del primer ejemplo debería incluir la hipótesis explicativa (y sus predicciones) en el proyecto. Si no lo hiciera estaría ocultando sus ideas (Farji-Brener 2003) y, sin dudas, le estaría dificultando al lector la interpretación de la génesis y alcance de su proyecto. Por supuesto, solo mencionará su hipótesis luego de problematizar de forma sólida la propuesta, detectando las preguntas y/o problemas que la disparan, y describiendo al menos un objetivo de trabajo que, en este caso, podría ser "resolver el problema de investigación". Por su parte, la ecóloga del segundo ejemplo dudará si incluir o no alguna hipótesis, debido a que no pretende hacer un estudio explicativo. Luego de formular su pregunta, podría expresar un "objetivo de trabajo" (e.g., "establecer si la tala selectiva afecta la densidad de monitos del monte"), o bien sus "predicciones" (e.g., "la tala selectiva afecta la densidad de monitos del monte").

Ante ese dilema surgirá una nueva instancia de reflexión, muy importante, para la ecóloga. El objetivo o la predicción mencionados podrían no estar revelando de manera completa sus prejuicios teóricos o empíricos. Podrá preguntarse ¿espero realmente que la densidad varíe al azar o espero que se reduzca?, y también ¿en qué están fundadas mis expectativas? Si la ecóloga optara

saludablemente por entregar un objetivo (“establecer si la tala selectiva ‘reduce’...””) o una predicción (“la tala selectiva ‘reduce’...””) más afín a sus cavilaciones, podrá detectar que su hipótesis (implícita) tiene ahora mayor sentido biológico y contenido empírico por su relación con supuestos particulares (i.e, por estar empotrada en un marco teórico). Podrá sortear así la crítica que, entre otros, formulan Peters (1991) y Guthery (2008), contra las hipótesis triviales o vacías, como sería la que afirma que “la tala selectiva ‘afecta’ la densidad de monitos”. La ecóloga habrá tomado conciencia, además, de que aun cuando su marco teórico era débil, no era inexistente, y que los análisis exploratorios (e.g., la búsqueda de patrones) también son inspirados y guiados por afirmaciones hipotéticas. Podrá optar por hacer explícita su hipótesis (que será similar a una predicción) u, opcionalmente, expresar su objetivo que, en este caso, será “poner a prueba las siguientes predicciones...”.

El problema de decidir si mencionar o no hipótesis en un proyecto descriptivo o instrumental es importante, pero más importante aun es que no parece ser posible investigar sin supuestos, prejuicios o hipótesis, aun cuando estas no impliquen un intento genuino y acabado de explicación para el problema de partida.

Una breve reflexión final sobre las hipótesis no explicativas. Algunos ecólogos implican que una hipótesis genuina debe ser necesariamente explicativa. Si no lo es, Farji-Brener (2003) sugiere que es una predicción y que se debe develar de qué hipótesis proviene. Por su parte, Guthery (2008) propone que si el ecólogo no cuenta con una hipótesis explicativa no debe mencionar hipótesis en su trabajo, limitándose a describir sus objetivos. Nuestro punto de vista es que en Ecología hay hipótesis/teorías explicativas y no explicativas (Marone & Bunge 1998; Bunge 2000). Los ecólogos con afinidad por el realismo epistemológico (e.g., Schoener 1986; Tilman 1987; O’Connor 2000; Pickett et al. 2007) prefieren las primeras, mientras que los que, al menos a veces, optan por el instrumentalismo prefieren las hipótesis/teorías no explicativas (e.g., Peters 1991; Feinsinger 2001; véase

también Lawton 1999). El uso de hipótesis explicativas es, entonces, materia de decisión doctrinaria o de gusto epistemológico. Pero aunque el ecólogo es libre de elegir doctrina, también es responsable de las consecuencias que tiene dicha elección. La tentación de evitar las preguntas sobre “cómo” y “por qué” y, con ello, las dificultades de indagar sobre lo abstracto e inobservable es atractiva porque parece encaminar la indagación por un proceso riguroso, simple y más eficaz en términos de hallar patrones útiles (Peters 1991). Sin embargo, dicha renuncia implica también desistir de formularse preguntas ecológicas profundas sobre la génesis y el mantenimiento de esos patrones: ¿cuál fue el origen de la vida?, ¿qué mecanismos explican la diversificación morfológica?, ¿por qué está cambiando el clima a escala global?, o ¿cuáles especies y por qué sufrirán en mayor medida la invasión de organismos oportunistas? Del mismo modo, otras ciencias o actividades humanas estarían inhibidas de formularse preguntas sobre los factores que causaron la Revolución Francesa, el mecanismo de infección del virus HIV, o quién es el responsable de un crimen de lesa humanidad. Renunciar a formularse preguntas encabezadas con ‘por qué’, y a conjeturar las hipótesis explicativas que tienden a responderlas, implica abandonar la indagación sobre procesos actuales o pasados inobservables. No parece posible renunciar a esas preguntas sin perder demasiado de aquello que consideramos conocimiento valioso e, inclusive, útil.

## AGRADECIMIENTOS

Ángela López y Manolo Spínola aportaron la motivación esencial para escribir este trabajo, cuyas versiones preliminares recibieron cuidadosos aportes de Manolo Spínola, Martín Aguiar, Sergio Camín, Rodrigo Pol y dos revisores anónimos. LG agradece a FONCyT, CONICET y SECyT (UNC), y LM a FONCyT (Pict 2196 y Pict Red 284/3) por el apoyo financiero. Este trabajo es la contribución N° 74 del Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (Ecodes). LM y LG pertenecen a la Carrera del Investigador Científico de CONICET.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARETA, JI. 2008. The Entre Ríos seedeater (*Sporophila zelichi*): a species that never was. *Journal of Field Ornithology* 79:352-363.
- BERNARD, C. 1976 [1859]. *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Fontanella, Barcelona. Pp. 441.
- BUNGE, M. 1997. *La Ciencia, su Método y su Filosofía*. Editorial Sudamericana, Buenos Aires. Pp. 187.
- BUNGE, M. 2000. *La investigación científica*. Siglo Veintiuno Editores, México. Pp. 808.
- CHALMERS, A. 2000. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Siglo Veintiuno de Argentina Editores, Buenos Aires. Pp. 247.
- CLELAND, CE. 2001. Historical science, experimental science, and the scientific method. *Geology* 29:987-990.
- CUETO, VR, L MARONE & J LOPEZ DE CASENAVE. 2006. Seed preferences in sparrow species of the Monte desert: implications for seed-granivore interactions. *Auk* 123:358-367.
- DARWIN, C. 1859. *On the origin of species by means of natural selection; or the preservation of favoured races in the struggle for life*. John Murray, Londres. Pp. 439.
- DENNIS, B. 2004. *Statistics and the scientific method in ecology*. Pp. 327-378 en: Taper, ML & SR Lele (eds.). *The nature of scientific evidence. Statistical, philosophical, and empirical considerations*. The University of Chicago Press, Chicago. EE.UU.
- DODDS, WK. 2009. *Laws, theories, and patterns in ecology*. University of California Press, Berkeley. Pp. 232.
- FARJI-BRENER, A. 2003. Uso correcto, parcial e incorrecto de los términos "hipótesis" y "predicciones" en ecología. *Ecología Austral* 13: 223-227.
- FEINSINGER, P. 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation*. Island Press, Washington, D.C. Pp. 212.
- GRANT, PR & R GRANT. 2009. The secondary contact phase of allopatric speciation in Darwin's finches. *PNAS* 106:20141-20148.
- GUTHERY, FS. 2007. Deductive and inductive methods of accumulating reliable knowledge in wildlife science. *Journal of Wildlife Management* 71:222-225.
- GUTHERY, FS. 2008. *A primer on natural resource science*. Tamu Press, College Station. Pp. 206.
- GUTHERY, FS, JJ LUSKS & MJ PETERSON. 2001. The fall of the null hypothesis: liabilities and opportunities. *Journal of Wildlife Management* 65:379-384.
- GUTHERY, FS, JJ LUSKS & MJ PETERSON. 2004. Hypotheses in wildlife science. *Wildlife Society Bulletin* 32:1325-1332.
- HANSON, NR. 1958. *Patterns of discovery*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 245.
- HEMPEL, CG. 1995. *Filosofía de la ciencia natural*. 4ª Edición. Alianza Editorial, Madrid. Pp. 168.
- HUME, D. 1967 [1740]. *A treatise of human nature*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 344.
- JOHNSON, DH. 1999. The insignificance of statistical significance testing. *Journal of Wildlife Management* 63:763-772.
- KLIMOVSKY, G. 1995. *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología*. A-Z editora, Buenos Aires. Pp. 418.
- LAWTON, J. 1999. Are there general laws in ecology? *Oikos* 84:177-192.
- LUMINET, JP. 2008. *El enigma de Copérnico*. Ediciones B, Barcelona. Pp. 365.
- MAHNER, M (ed) 2001. *Scientific Realism. Selected essays of Mario Bunge*. Prometheus Books. New York. Pp. 423.
- MAHNER, M & M BUNGE. 1997. *Foundations of Biophilosophy*. Springer, Berlín. Pp. 423.
- MARONE L & M BUNGE. 1998. La explicación en ecología. *Boletín de la Asociación Argentina de Ecología* 7:35-37.
- MARONE L & R GONZÁLEZ DEL SOLAR. 2000. *Homenaje a Mario Bunge, o por qué las preguntas en Ecología deberían comenzar con por qué*. Pp. 153-178 en: Denegri, GM & G Martínez (eds.). *Tópicos actuales en Filosofía de la ciencia: Homenaje a Mario Bunge en su 80 aniversario*. Editorial Martín, Mar del Plata. Argentina.
- MARONE, L & R GONZÁLEZ DEL SOLAR. 2006. El valor cultural de la ciencia y la tecnología. *Apuntes de Ciencia y Tecnología* (España) 19:35-42.
- MARONE, L & J LOPEZ DE CASENAVE. 2009. Ñandúes, calendrias y la "creación" de la evolución. *Hornero* 24:65-72.
- MARONE, L; FA MILESI; R GONZÁLEZ DEL SOLAR; ET MEZQUIDA; J LOPEZ DE CASENAVE; ET AL. 2002. La teoría de evolución por selección natural como premisa de la investigación ecológica. *Interciencia* 27:137-142.
- MARONE, L; FA MILESI; R GONZÁLEZ DEL SOLAR; ET MEZQUIDA; J LOPEZ DE CASENAVE; ET AL. 2006. The difficult though essential dialogue between philosophy and biology. *Interciencia* 31:146-150.
- MARONE, L; J LOPEZ DE CASENAVE & R GONZÁLEZ DEL SOLAR. 2007. Qué guía la investigación y profesión ecológicas: ¿los hechos o las ideas? Pp. 53-67 en: Arcuci, A; A Mangione & R Lijteroff (eds.). *Café Ciencia*. Editorial de la Universidad Nacional de San Luis, Argentina.

- MARONE, L; J LOPEZ DE CASENAVE; FA MILESI & VR CUETO. 2008. Can seed-eating birds exert top-down effects on grasses of the Monte desert? *Oikos* **117**: 611-619.
- MARTÍNEZ DEL RÍO, C & AD MIDDLETON. 2010. Laws for ecology? *Ecology* **91**:1244-1245.
- MAURER, BA. 2004. *Models of scientific inquiry and statistical practice: implications for the structure of scientific knowledge*. Pp. 17-50 en: Taper, ML & SR Lele (eds.). *The nature of scientific evidence. Statistical, philosophical, and empirical considerations*. The University of Chicago Press, Chicago. EE.UU.
- MAYORGA, L. 2006. *Las células y sus moléculas*. Pp. 57-68 en: Gotthelf, R (ed.). *La investigación desde sus protagonistas. Senderos y estrategias*. EDIUNC, Mendoza. Argentina.
- MENTIS, MT. 1988. Hypothetico-deductive and inductive approaches in ecology. *Functional Ecology* **2**:5-14.
- MEZQUIDA, ET & L MARONE. 2000. Breeding biology of Gray-Crowned Tyrannulet in the Monte desert, Argentina. *Condor* **102**:205-210.
- MEZQUIDA, ET & L MARONE. 2003. Comparison of the reproductive biology of two *Pooipiza* Warbling-Finches of Argentina in wet and dry years. *Ardea* **91**:251-262.
- NEWTON-SMITH, WH. 1987. *La racionalidad de la ciencia*. Paidós, Barcelona. Pp. 309.
- O'CONNOR, RJ. 2000. Why ecology lags behind biology. *The Scientist* **14**:35-37.
- PALMA, HA. 2008. *Filosofía de las ciencias. Temas y problemas*. Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires. Pp. 278.
- PETERS, RH. 1991. *A critique for ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 366.
- PICKETT, STA; J KOLASA & CG JONES. 2007. *Ecological Understanding. The nature of theory and the theory of nature*. Academic Press, San Diego. EE.UU. Pp. 206.
- PLATT, JR. 1964. Strong inference. *Science* **146**:347-353.
- POPPER, K. 1989. *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*. Paidós, Buenos Aires. Pp. 423.
- QUINN, JF & AE DUNHAM. 1983. On hypothesis testing in ecology and evolution. *American Naturalist* **122**:602-617.
- RESETARITS, WJ & J BERNARDO. 1998. *Experimental ecology. Issues and perspectives*. Oxford University Press, New York. Pp. 470.
- ROMESBURG, HC. 1981. Wildlife science: gaining reliable knowledge. *Journal of Wildlife Management* **45**:293-313.
- SCHOENER, TW. 1986. Mechanistic approaches to community ecology: A new reductionism? *American Zoologist* **26**:81-106.
- SOKAL, A & J BRICMONT. 1999. *Imposturas intelectuales*. Paidós, Barcelona. Pp. 315.
- TILMAN, D. 1987. The importance of mechanisms of interspecific competition. *American Naturalist* **129**:769-774.
- VILLAGRA, P; L MARONE & M CONY. 2002. Mechanisms affecting the fate of *Prosopis exuosa* seeds during early secondary dispersal in the Monte desert, Argentina. *Austral Ecology* **27**:416-421.
- WERNER, EE. 1998. *Ecological experiments and a research program in community ecology*. Pp. 3-24 en: Resetarits, WJ & J Bernardo (eds.). *Experimental Ecology. Issues and Perspectives*. Oxford University Press, New York. EE.UU.
- WIENS, JA. 1991. *Ecology of bird communities*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 316.