



## REVIEW ARTICLE

## Metodologías de investigación en ecología aplicada y básica: ¿cuál estoy siguiendo, y por qué?

Research methodologies in applied and basic ecology: which am I following, and why?

PETER FEINSINGER<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biological Sciences, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona 86011, USA

<sup>2</sup>Wildlife Conservation Society, Bronx, New York 10460, USA

e-mail: peter.feinsinger@nau.edu

---

### RESUMEN

Los ecólogos y otros investigadores de campo suelen plantear estudios según una u otra variante del método científico hipotético deductivo. Muchos procuran seguir la metodología propuesta en parte por Karl Popper y promocionada por ecólogos experimentales entre otros, lo que puede designarse el Método Hipotético Deductivo riguroso (MHD). Sin embargo, pocos estudios de campo logran cumplir con los criterios estrictos del MHD. A menudo el investigador básico o aplicado termina recurriendo consciente o inconscientemente en un “método hipotético deductivo fantasma” en lugar del MHD. El único punto llamativo en común entre el MHD y sus variantes fantasmas es el uso de las palabras “hipótesis” y “predicción”. Fuera del esquema estricto del MHD estos términos carecen de definiciones claras, consistentes, rigurosas o útiles al diseño, realización e interpretación del estudio en sí. La falta de una metodología de investigación integrada y coherente asociada con los “métodos hipotético deductivos fantasmas” aumenta el riesgo de que el investigador caiga en trampas metodológicas, analíticas y lógicas durante el estudio y su interpretación. Metodologías alternativas incluyen el Ciclo de Indagación y, para estudios de manejo, el Ciclo de Indagación Aplicada. El Ciclo de Indagación evita deliberadamente el uso de las palabras “hipótesis” y “predicción”. En su lugar destaca una secuencia rigurosa de pasos teóricos y prácticos. Una comparación de las tres metodologías (el MHD, una variante “benéfica” de las metodologías fantasmas y el Ciclo de Indagación) paso por paso sugiere que el Ciclo de Indagación puede proveerle al investigador de un esquema que es a la vez más riguroso y completo que las metodologías fantasmas y más realista que el MHD para estudios de campo.

**Palabras clave:** Ciclo de Indagación, hipótesis, método hipotético deductivo, métodos hipotético deductivos “fantasma”, predicción.

### ABSTRACT

Ecologists and other field researchers usually formulate their studies according to one or another variant of the hypothetic-deductive scientific method. Their overt choice tends to be the rigorous methodology (here abbreviated HDM) proposed in part by Karl Popper and promoted by experimental ecologists, among others. Few field studies, however, succeed in meeting the rigorous criteria of the HDM. Frequently field scientists, basic or applied, end up consciously or unknowingly employing a “ghost” of the hypothetic-deductive method instead of the HDM proper. The only significant feature in common between the HDM and the various ghost methodologies is the use of the words “hypothesis” and “prediction”. Isolated from the strict logic of the HDM, however, these terms lack definitions that are clear, consistent, rigorous, or useful to the design, process, and interpretation of the study itself. The lack of an integrated and coherent research methodology associated with the “ghost” hypothetic-deductive methods increases the risk that the investigator will fall into methodological, analytical, and logical traps during the field study and its interpretation. Alternative research methodologies include the Inquiry Cycle and, for management-related studies, the Applied Inquiry Cycle. The Inquiry Cycle deliberately eschews the use of the words “hypothesis” and “prediction”. Instead, it emphasizes a rigorous and complete sequence of theoretical and practical steps. A step-by-step comparison among the three research methodologies (the HMD, a “benign” variant of the ghost methodologies, and the Inquiry Cycle) suggests that the Inquiry Cycle can provide field researchers with a research framework that is considerably more rigorous and complete for most field studies than the frequently employed ghost methodologies and considerably more realistic than the HDM.

**Key words:** ghost hypothetic deductive methods, hypothesis, Inquiry Cycle, prediction, hypothetic deductive method.

---

## INTRODUCCIÓN

Una indagación tanto en ecología de campo aplicada o básica como en otras disciplinas de las ciencias naturales y sociales, debe emplear una metodología de investigación clara, comprensiva, integrada y exigente. A partir de la segunda mitad del siglo XX se ha considerado a un método científico particular, el método científico hipotético deductivo riguroso (de ahora en adelante, el MHD) como la herramienta metodológica que permite encausar nuestras investigaciones de campo con el fin de hacerlas objetivas y verdaderamente “científicas”. Sin embargo el MHD, seguido adecuadamente, nos exige consignas y supuestos que pocas veces se cumplen en los estudios de campo (Quinn & Dunham 1982, Metis 1988). Por esa razón la mayoría de los ecólogos asumimos consciente o inconscientemente una u otra variante “atenuada” del MHD. Esta nueva variante, a pesar de usar las palabras “hipótesis” y “predicción” tanto como el MHD, carece de definiciones claras de los dos términos y, también en contraposición al MHD, carece de pautas explícitas que guíen al investigador durante el proceso de plantear, realizar e interpretar la investigación y proponer estudios nuevos. Esa carencia puede no solo debilitar el estudio sino también aumentar el riesgo de abrir la interpretación del mismo a abusos inconscientes del procedimiento científico.

En parte para resolver el dilema de la baja aplicabilidad del MHD a la conservación biológica y la ecología (entre otros campos) por un lado y por otro la falta de coherencia de sus variantes “atenuadas”, desde el año 1994 se han desarrollado las alternativas del Ciclo de Indagación y el Ciclo de Indagación Aplicada (Feinsinger 2014). Su fin es de superar el dilema por proveerle tanto a la ecología de campo aplicada como a la básica, una metodología de investigación práctica, realista e integrada por un lado y “epistemológicamente robusta” por otro.

En el presente trabajo se presentan las conocidas virtudes del MHD juntas con las características que lo hacen poco práctico para la mayoría de nuestros estudios de campo. Además, se discuten las variantes de la metodología hipotética deductiva asumidas consciente o inconscientemente por la mayoría

de los ecólogos. Finalmente, se presenta una comparación de ambas metodologías hipotético deductivas con el Ciclo de Indagación (explicado en detalle por Feinsinger 2014) y se explica cómo compatibilizar el Ciclo con ellas.

EL MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO RIGUROSO:  
¿SERÁ EL IDEAL PARA LA ECOLOGÍA?

Desde los albores de la ciencia moderna, los tiempos del trabajo de Francis Bacon en el siglo XVII, se ha ido desarrollando una gran diversidad de acercamientos a la filosofía de la ciencia y al método científico o la metodología de investigación en el mundo occidental. Hoy, cuando los ecólogos de campo incorporan explícitamente el método científico en sus textos o trabajos (por ejemplo Quinn & Keough 2002:1-6), éste se fundamenta en dos fuentes esenciales: la escuela de pensamiento hipotético-deductivo estructurada por Karl Popper (1959, 1983), y las numerosas y diversas aproximaciones elaboradas por filósofos y científicos que adoptan paradigmas y métodos alternativos o complementarios (Kuhn 1962, y ver Kingsland 2004). Los últimos profesionales incluyen aquellos del área de la historia natural y de las ciencias ecológicas que enfatizan el trabajo de campo, como Robert MacArthur (1972), Stephen Fretwell (1972, 1975) y Robert Ricklefs (2012); el diseño experimental (Underwood 1990, 1997; Quinn & Keough 2002); el modelaje y la estadística bayesiana (Hilborn & Mangel 1997) y muchos otros pensadores e investigadores teóricos y de campo. Al analizar el conjunto de estas propuestas metodológicas podemos proponer que el MHD debidamente presentado y rigurosamente empleado (Fig. 1) incluye entre otros los siguientes criterios:

- 1) El enfoque del MHD es la Hipótesis científica (mayúscula mía; de ahora en adelante, la  $H_c$ ) planteada según un paradigma y/o una teoría, a menudo con una observación particular que actúe como catalizador del proceso. Underwood (1990, 1997) y otros proponen que la  $H_c$  se plantee como la hipótesis nula de lo que el investigador está realmente proponiendo. Sin embargo su planteamiento como la hipótesis alterna, es decir según la propuesta del investigador, es más común y evita el riesgo de considerable confusión lógica a condición

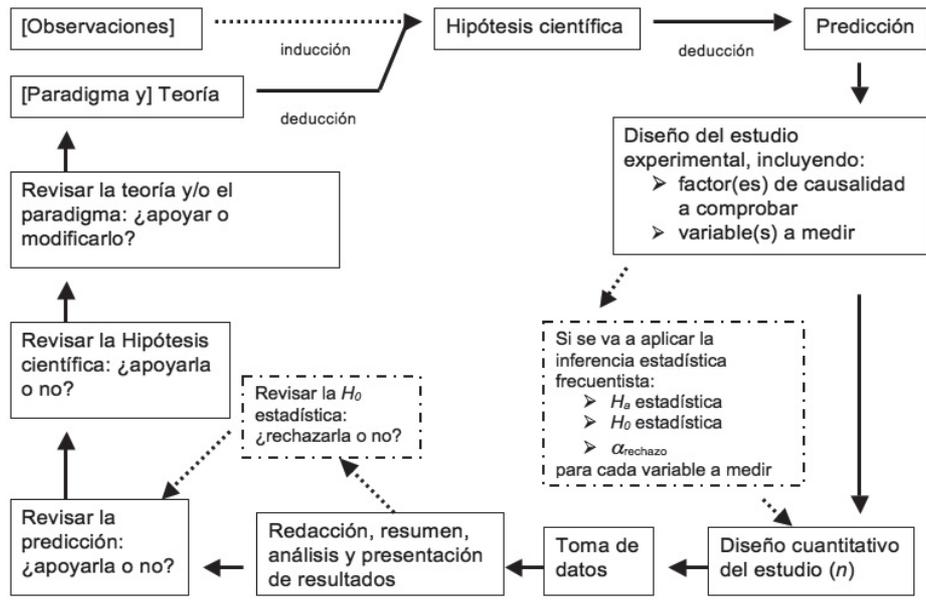


Fig. 1. El método científico hipotético deductivo riguroso (MHD en el texto), como es comprendido por la mayoría de los ecólogos (por ejemplo Quinn & Keough 2002). Modificada ligeramente de Feinsinger (2004, y ver Underwood 1990, 1997, Peters 1991). Los corchetes, paréntesis y líneas de puntos que aparecen en esta figura y en las demás significan elementos que no son necesariamente requeridos.

The rigorous hypothetico-deductive scientific method (MHD in the text), as it is understood by the majority of ecologists (for example Quinn & Keough 2002). Modified slightly from Feinsinger (2004, and see Underwood 1990, 1997, Peters 1991). The brackets, parentheses, and dotted lines that appear in this and following figures indicate elements that are not necessarily required by the method.

- de que el investigador cumpla fielmente con el criterio 8 (ver más adelante).
- 2) La  $H_c$  es global, lo que quiere decir que no se restringe a un tiempo, espacio o (por ejemplo) especie en particular. Los numerosos ejemplos en Ecología y campos afines incluyen la hipótesis de la perturbación intermedia (Connell 1978), la hipótesis de la arquitectura sexual (Murcia & Feinsinger 1996), la hipótesis de la concentración de recursos (Root 1973) y, por contraste con la última, la hipótesis de la manada egoísta (Hamilton 1971).
  - 3) La  $H_c$  muestra una alta capacidad de predecir.
  - 4) Una Predicción (mayúscula mía) deducida de la  $H_c$  toma la forma de “si (...) y si (...) entonces (...)”, es decir “Si la  $H_c$  es verdadera y si mi investigación cumple con las precondiciones de ella, entonces encontraré (o, sucederá) tal y tal resultado”. Se redacta la Predicción con palabras precisas y ella conduce directamente al

- diseño de la investigación que pondrá la predicción planteada a prueba.
- 5) La  $H_c$  puede y debe ser sometida a un sinnúmero de investigaciones replicables cada una diseñada para evaluar su Predicción particular. Una investigación particular no necesariamente tiene otro “valor agregado”.
- 6) Para que sean pruebas justas de las Predicciones del MHD las investigaciones deberían incluir experimentos rigurosamente controlados donde la única fuente posible de causalidad de la variación en la variable que se va midiendo, aparte de la variación intrínseca (el error de muestreo), sea el fenómeno señalado por la  $H_c$  (ver Quinn & Dunham 1983, Camus & Lima 1995). También existen “cuasi experimentos” (Shadish et al. 2002) pero no son evaluaciones netamente justas de la  $H_c$ . Cabe mencionar que Popper (1959, 1983) no insistió en este criterio. Sin embargo la experimentación no solo se ha

vuelto una exigencia del uso del MHD en Ecología (Fretwell 1972, Underwood 1990, 1997, Quinn & Keough 2002) sino que también, en todos los campos de las ciencias naturales y sociales, es una exigencia explícita aunque poco reconocida del uso de la inferencia estadística “frecuentista” según la formulación original de Fischer por un lado y de Newman y Pearson por otro (Hurlbert & Lombardi 2009).

- 7) Los criterios 5 y 6 exigen que la investigación siga un diseño experimental riguroso (ver por ejemplo Mead 1988, Shadish et al. 2002).
- 8) El principio de la falsación es la piedra angular del MHD planteado por Popper y la fuente de su fortaleza –o de su debilidad (Quinn & Dunham 1983, Glass 2010). Si la  $H_c$  se falsa en un solo experimento debidamente planteado y realizado, es decir una sola prueba justa de ella entre miles, dicha  $H_c$  debe ser descartada y una nueva debería ser formulada.

El MHD puede ser una herramienta de tremendo poder heurístico, reconocido por muchos filósofos de la ciencia como un avance significativo desde el método inductivo de Francis Bacon y los métodos inductivo-deductivos de varias escuelas de la primera mitad del siglo XX tal como las aproximaciones del “Círculo de Viena” (Richardson 2003, Rivera & Gutiérrez 2010). Hoy, los docentes del mundo les enseñan el MHD a sus alumnos desde la primaria en adelante (Wivagg & Allchin 2002). También los profesores universitarios continúan enseñando una u otra versión del MHD a los futuros ecólogos, biólogos de la conservación y otros científicos de campo, a lo largo de la carrera de grado y hasta los programas de doctorado. Por causa de esa enseñanza y por razones históricas, muchos ecólogos hemos procurado seguir el MHD en los trabajos de campo. Si la Ecología fuera una ciencia exacta y replicable, todos los ecólogos de campo y sus colegas siempre podríamos seguir el MHD: seleccionar o plantear debidamente una  $H_c$ , deducir de ella una Predicción restringida al espacio, tiempo y condiciones al alcance del investigador, poner a prueba la Predicción mediante un experimento rigurosamente diseñado, evaluar objetivamente la Predicción, apoyar o falsar la  $H_c$  según aquella evaluación y así ir avanzando

en el marco teórico de la Ecología como un todo y las leyes que subyacen en los mecanismos, procesos y patrones ecológicos (Underwood 1990, 1997, Quinn & Keough 2002:1-7).

La Ecología cuenta con un amplio y conocido marco teórico pero no es una ciencia exacta y replicable. Tanto como las ciencias sociales (Colton & Covert 2007:31-32), la ecología de campo es una ciencia histórica (Ricklefs 2012). “La Ecología tiene numerosas leyes en (el sentido de) tendencias repetidas y de alcance amplio en la naturaleza pero casi ninguna ley que sea verdadera universalmente” (Lawton 1999). Como dice Gilbert (2011:26), “la (Ecología) debe abrazar la idea –apenas reconocida hasta hace poco– de que es una clase de ciencia fundamentalmente diferente a las demás clases, debido a la importancia de la contingencia, variabilidad e historia (...) Nos olvidamos de que estamos estudiando las preguntas difíciles de la naturaleza. La Física, la Biología Molecular, la Genética, la Fisiología –todas son ciencias sencillas comparadas con el estudio de las comunidades ecológicas” (también ver Quinn & Dunham 1983, Price & Billick 2010:3, Ricklefs 2012). Es decir, la búsqueda y evaluación falsacionista de las  $H_c$  globales (el criterio 2 del MHD) son considerablemente menos relevantes a la Ecología que a la Física, por ejemplo, y apenas relevantes al manejo de bosques, manejo de fauna, manejo de áreas protegidas, agroecología y otros campos de la ecología aplicada.

Con la excepción de los pocos sistemas y escalas donde la experimentación controlada es factible y realista respecto a la historia natural de los seres vivos, también es difícil cumplir con los criterios 3 - 8 (ver arriba) en la ecología de campo (Willson & Armesto 2006, Feinsinger et al. 2010a, Price & Billick 2010, Ricklefs 2012). No es casualidad que los autores de los dos textos más reconocidos sobre el diseño de experimentos en ecología (Underwood 1997, Quinn & Keough 2002) trabajen en la zona rocosa intermareal, donde las escalas espacio-temporales y la historia natural de los invertebrados y algas son particularmente apropiadas para experimentos controlados, realistas y bastante replicables a través del hábitat particular de las costas marinas rocosas del mundo. Fuera de ese hábitat raramente son replicados o aun replicables los experimentos (Lawton 1996, 1999). Además, numerosos

experimentos en la ecología básica han sido mal diseñados no solo respecto a las consignas del diseño experimental (Mead 1988, Quinn & Keough 2002, Shadish et al. 2002) sino también respecto a la historia natural (Camus & Lima 1995, Feinsinger 2001, 2004). Muy pocos experimentos ecológicos han conducido a la falsación de una  $H_c$  planteada a la escala global del MHD (Quinn & Dunham 1983). Unos ecólogos básicos diseñando e implementando estudios de campo experimentales, procuran seguir el MHD. Pero si el resultado no apoya su Predicción suelen recurrir a las particularidades del sistema estudiado y a la historia única del mismo como explicación o excusa, en lugar de falsar la  $H_c$  global. Sin embargo y por suerte, en América Latina la mayoría de los estudios de campo no son experimentos sino que son estudios de observación (Shadish et al. 2002, Feinsinger 2004, 2012), los que exigen otro modo de plantear, diseñar e interpretar la investigación (Feinsinger 2014).

Se recalca que su “contingencia” llamativa no significa que la Ecología carezca de un marco teórico sofisticado (Lawton 1999). No obstante, para la mayoría de los ecólogos de campo el papel del marco teórico está invertido respecto al MHD: no solemos plantear una indagación particular a fin de evaluar y avanzar en el marco teórico sino que aprovechamos el marco teórico para contextualizar y guiar el proceso de concebir e interpretar el estudio particular (Kingsland 1985, 2005, 2010, Feinsinger et al. 2010a, Ricklefs 2012, Feinsinger 2014). Asimismo, los criterios 1 y 5 del MHD (ver arriba) explican por qué pocos ecólogos procuran seguir consciente y rigurosamente el MHD como si quisieran imitar el acercamiento metodológico de los físicos. Al ecólogo le interesa el fenómeno en sí: el contexto, la historia, la historia natural y los organismos del sistema particular que está estudiando (ver Billick & Price 2010, Ricklefs 2012). No le agrada pensar en su indagación larga y prolija, en los descubrimientos de la historia natural y en los desafíos del trabajo de campo mismo (garrapatas, zancudos, espinas, ortigas, barro, víboras, aguaceros, calor o frío insoportable, días o meses sin ningún dato) solo como una investigación puntual más entre un sinnúmero de investigaciones puntuales cuyo único propósito es evaluar una  $H_c$  determinada

(Quinn & Dunham 1983, Feinsinger et al. 2010a). Los criterios 1 y 5 del MHD se aplican menos todavía a indagaciones en la ecología aplicada, por ejemplo al manejo de bosques o de fauna o la conservación biológica, donde el fin explícito de la indagación es tomar una decisión que se restringirá al entorno local, no poner a prueba una  $H_c$  (Lawton 1996).

Entonces “el ideal”, el MHD, raramente está al alcance del ecólogo de campo y, en consecuencia, no será recomendable concebirlo como el único método científico que deberíamos promover y procurar alcanzar como un ideal (Feinsinger 2001, 2004, Feinsinger et al. 2010a, 2010b). Como dice Mentis (1988), “la aplicación del esquema hipotético deductivo en Ecología se enfrenta con ciertos problemas conceptuales, logísticos y éticos”. Para la gran mayoría de las indagaciones ligadas a la ecología de campo se debería buscar una alternativa al MHD, el que Marone & Galetto (2011: 206) etiquetan “la versión ingenua o refutacionista” del método hipotético deductivo. De hecho existe una variedad de variantes “matizadas” (Marone & Galetto 2011:206-207) o atenuadas del MHD seguidas inconscientemente por muchos ecólogos y conscientemente por otros. Estas variantes se explican a continuación.

#### LOS MÉTODOS HIPOTÉTICO DEDUCTIVOS “FANTASMAS”

##### *Los fantasmas más benéficos*

La realidad es que a menudo las “ $H_c$ ” planteadas por aquellos ecólogos de campo que siguen consciente o inconscientemente una variante “matizada” del MHD, han sido mucho más restringidas que las verdaderas Hipótesis científicas con alcance global según el criterio 2 del MHD. En este contexto, me parece relevante referirme en esta sección al reciente artículo de Marone & Galletto (2011), para abordar el análisis de la naturaleza de las hipótesis planteadas por los ecólogos aplicados y básicos. Frecuentemente una supuesta “ $H_c$ ” de un método hipotético deductivo “matizado” cumple solo con la definición B de Marone & Galletto (2011:205): “enunciado general que puede verificarse solo de manera indirecta, a través de alguna de sus consecuencias”. Cabe destacar que la palabra “general” de aquella definición es

inexacta ya que, según los ejemplos presentados en aquel ensayo y otros la supuesta “ $H_c$ ” se plantea solo para una situación muy particular como una especie en un lugar determinado, un ecosistema o formación vegetal o la competencia de dos especies de aves determinadas que conviven en una región especificada. Además, la mayoría de las supuestas “ $H_c$ ” encontradas en tesis y proyectos cumplen mejor con la definición A de Marone & Galetto (2011:203), más difusa aun: “enunciados generales pasibles de ser puestos a prueba”. No obstante los “enunciados generales” citados en ese trabajo y otros son apenas más generales que el alcance de la subsiguiente indagación en sí.

De manera semejante, las “Predicciones” de las versiones atenuadas del MHD no cumplen con la redacción y lógica exigida por el criterio 4 del MHD. Según Marone & Galetto (2011:206) solo han de ser “las consecuencias empíricas de las hipótesis explicativas” cuyo fin es evaluar de manera no especificada el “grado de verdad o verosimilitud” de los enunciados originales. A menudo las predicciones de las tesis, tesis y otros trabajos son simples objetivos del estudio disfrazados de “Predicciones”, o alternativamente son más hipótesis que predicciones (Farji-Brenner 2003).

El conjunto de acercamientos no rigurosos al método hipotético deductivo es el “que se emplea más frecuentemente, por ejemplo, en Ecología” tal como plantean Marone & Galetto (2011:206). Ahí está el problema: el uso extendido, a menudo inconsciente, de una u otra versión atenuada o “matizada” del MHD riguroso. Esas variantes son una especie de “fantasma” del MHD riguroso: siguen susurrando tristemente las palabras “hipótesis” y “predicción” pero carecen de la potencia corpórea para ponerlas en práctica de manera debida, ni hablar de la potencia corpórea para plantear, realizar e interpretar rigurosamente una indagación completa. ¿Podría ser que una parte del problema se deba a que “hay una variedad de definiciones y clasificaciones para el término hipótesis” (Marone & Galetto 2011:203, y ver Farji-Brenner 2003, 2004)? Exactamente: al salir de las  $H_c$  verdaderas (criterios 1 y 2 del MHD) y las hipótesis estadísticas, las que son radicalmente diferentes (Farji-Brenner 2004, Feinsinger 2004), se encuentra un sinnúmero de definiciones y usos de la palabra “hipótesis”, así como una

tremenda confusión sobre su significado y uso debido, en todos los niveles de la educación de las ciencias biológicas y otras. Entonces si las hipótesis de las variadas metodologías “fantasmas” empleadas por muchos ecólogos no son las Hipótesis científicas del MHD, ¿qué son? Son “hipótesis de trabajo”. Esto quiere decir hipótesis informales que se plantean para fundar un trabajo particular con alcance limitado.

Lo último no significa que una hipótesis de trabajo no pueda llevar a una investigación de alta calidad. Las hipótesis de trabajo caracterizan explícitamente la mayoría de las investigaciones en las ciencias sociales, incluyendo la pedagogía. También caracterizan la mayoría de tesis, tesis y otros trabajos en nuestros campos de estudio aunque raramente se las etiqueta así. Los investigadores que consciente y éticamente siguen la ruta de la hipótesis de trabajo reconocen que al falsar la hipótesis de trabajo no se está falsando ninguna  $H_c$  que tenga alcance global. Si la investigación es un estudio de observación (Shadish et al. 2002) y los hallazgos no apoyan la predicción, entonces el investigador honesto suele admitir informalmente “no se apoya la hipótesis (de trabajo)” y suele proponer “hipótesis explicativas” alternativas en la Discusión del trabajo. Sin embargo, esa decisión no repercute en el campo de estudio como un todo, lo que sería la consecuencia de tal hallazgo si el estudio tratara de una  $H_c$  verdadera de la física, por ejemplo.

Consideremos el siguiente caso hipotético acerca de un estudio sobre la jutía conga (*Capromys pilorides pilorides* Say), un roedor comestible y de tamaño grande de un grupo endémico de las Antillas Mayores del Mar Caribe. Por ejemplo, se plantea:

Hipótesis de trabajo: En las zonas costeras de Cuba la jutía conga prefiere los manglares a las demás formaciones vegetales costeras.

Predicción: En Cayo Coco la densidad de población de jutías conga será mayor en los manglares que en las demás formaciones vegetales.

El estudio será claramente uno de observación, no de experimentación (ver Shadish et al. 2002). Si los resultados no apoyan la predicción, se rechaza (“se falsa”) la hipótesis de trabajo. Sin embargo,

dependiendo de la definición de “preferencia” el investigador puede proponer que (a) es posible que realmente las jutías no “prefieran” los manglares o que (b) es posible que realmente sí “prefieran” los manglares pero allí la caza furtiva por pescadores artesanales reduzca su abundancia. De todas maneras, el investigador no va a rechazar (falsar) la  $H_c$  que en cierto sentido está implícitamente por detrás de su línea de razonamiento, de que los animales como un todo muestran preferencias entre los hábitats a su alcance (también ver Quinn & Dunham 1983). Así funciona su método hipotético deductivo fantasma: le sirve para fundar y orientar el estudio pero no puede llevarlo a ninguna conclusión muy llamativa.

Ahora pensemos en otra predicción, deducida de la misma hipótesis de trabajo, que conduzca a un experimento en vez de un estudio de observación:

Predicción: En Cayo Coco, durante experimentos controlados de selección de microhábitats en jaulas grandes las jutías conga seleccionarán las muestras del manglar más que las muestras de las otras formaciones vegetales que les presentamos.

El investigador realiza un clásico experimento “de elección” (en inglés, choice experiment) rigurosamente diseñado, controlado y replicado (¡un poco difícil en la práctica! pero teóricamente verosímil). Al no apoyar la predicción y así “falsar” la hipótesis de trabajo todavía no se “falsará” ninguna propuesta que tenga un alcance mayor que las jutías conga que habitan en Cayo Coco y encuentran, en estas jaulas experimentales particulares, una variedad desconcertante de muestras pequeñas de vegetación costera.

Los dos ejemplos de la jutía conga podrían caber en la Fig. 2, la que presenta un esquema que ejemplifica las más benéficas de las metodologías “fantasmas” (y ver Tabla 1, abajo). El ejemplo de la tabla 1 de Farji-Brenner (2003) también cabe allí.

Hipótesis de trabajo: “La presencia de arbustos, al dar sombra y disminuir la desecación del suelo, favorece el establecimiento de plántulas de ciprés”.

Predicción: “Mayor densidad de plántulas de ciprés bajo que fuera de la sombra de arbustos”.

Si los datos no apoyan la predicción no se falsará la hipótesis de trabajo (al fin y al cabo,

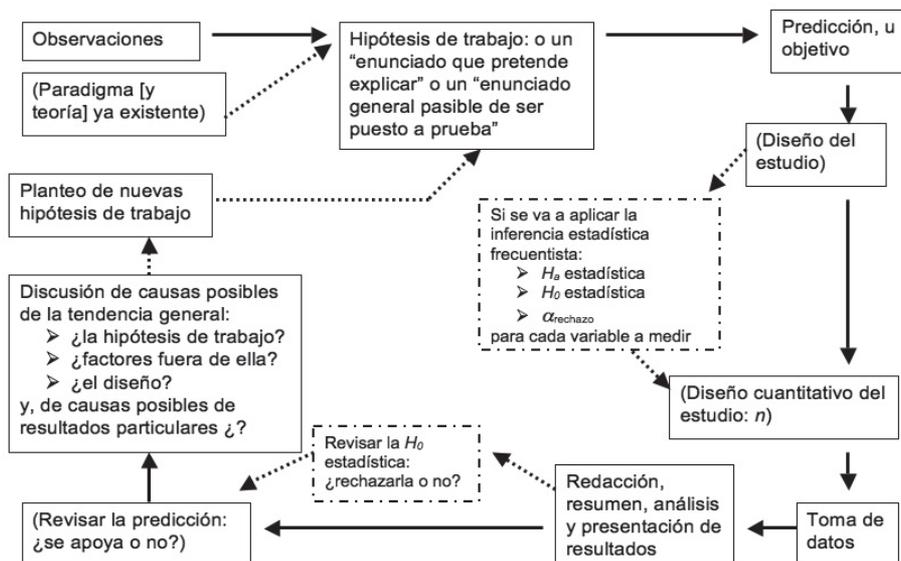


Fig. 2. El “MHD atenuado” A: un esquema que ejemplifica las variantes “más benéficas” del método hipotético deductivo fantasma (ver texto). Las definiciones de hipótesis entre comillas son las propuestas por Marone & Galetto (2011).

The “attenuated” MHD A: one of the “most benign” of the ghost hypothetico-deductive methods (see text). Definitions of hypothesis within quotes are those proposed by Marone & Galetto (2011).

podría ser que la herbivoría de plántulas esté mucho más intensiva bajo que fuera de la sombra de arbustos). Y de todas maneras, tanto como el investigador cubano, el investigador argentino no va a rechazar (falsar) la  $H_c$  que en cierto sentido está implícitamente por detrás de su línea de razonamiento, de que en hábitats semiáridos o áridos a través del mundo la presencia de arbustos, al dar sombra y disminuir la desecación del suelo, favorece el establecimiento de plántulas de los árboles nativos.

*Los fantasmas más malignos*

Cualquiera que sea su interpretación y uso de metodologías de investigación o su definición de “hipótesis” y “predicción”, la gran mayoría de científicos, filósofos de la ciencia y epistemólogos que emplean esos términos coinciden en tres puntos. (1) Se debe plantear la hipótesis y predicción según una curiosidad o inquietud genuina y de manera sincera y honesta, dejando que la predicción se ponga a prueba justa por los datos a tomarse (o se apoya o no) y dejando que la hipótesis pueda falsarse

o “falsarse” sea una verdadera  $H_c$  o una simple “hipótesis de trabajo”, respectivamente. No es ético plantear hipótesis y predicciones cuyas respuestas ya se conocen. (2) Asimismo, la hipótesis y la predicción deben plantearse antes de la toma del primer dato y así, obviamente, antes de revisar datos ya tomados. No es ético que durante o (peor) después de la toma de datos el investigador arme hipótesis y predicciones “pre-apoyadas” por hallazgos ya conocidos, es decir plantear “profecías que acarrearán con su propio cumplimiento”. (3) Por otro lado, tampoco es ético que el investigador arme una hipótesis sabiendo que se refutará por datos ya tomados y revisados, es decir armar una hipótesis “hombre de paja” que se quemará (realmente, que ya se quemó) por los datos.

El triste hecho es que hay unos fantasmas más malignos que otros y no solo en las leyendas populares. Un número creciente de trabajos en ecología y campos afines sigue, no el método fantasma de la Fig. 2 sino el de la Fig. 3 (y ver Loehle 1987 y Farji-Brener 2009 entre muchos otros). ¿Por qué? ¿Podría deberse en parte a la exigencia en el uso de las palabras “hipótesis” y “predicción” en los

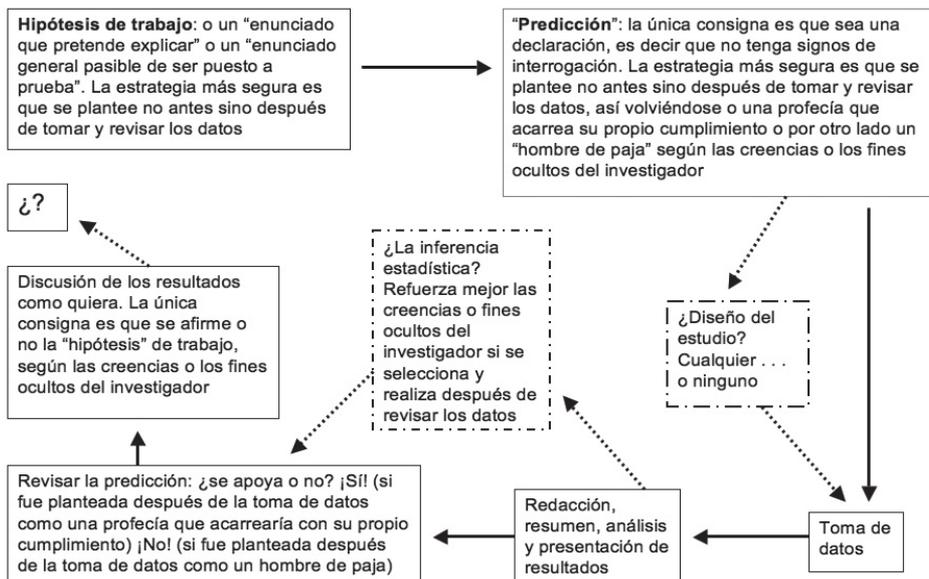


Fig. 3. El “MHD atenuado” B: un esquema que ejemplifica las variantes “más malignas” del método hipotético deductivo fantasma (ver texto). Las definiciones de hipótesis entre comillas son las propuestas por Marone & Galetto (2011).

The “attenuated” MHD, B: a combination of elements of the “most malign” ghost hypothetico-deductive methods (see text). Definitions of hypothesis within quotes are those proposed by Marone & Galetto (2011).

proyectos, tesinas y tesis, sin que importe su definición precisa o su uso debido y ético en la metodología de investigación? ¿Podría deberse en parte a la falta de una metodología de investigación coherente asociada con, y guiada por, cualquier método fantasma? Probablemente.

EL CICLO DE INDAGACIÓN

En fin, existe un dilema respecto a las metodologías de investigación hipotético deductivas en la Ecología y campos afines. Si el ecólogo procura seguir el MHD riguroso, casi nunca podrá hacerlo debidamente (Quinn & Dunham 1983, Metis 1988). Si recurre consciente o inconscientemente a uno u otro “método científico fantasma” (ojalá que éste se parezca al esquema de la Fig. 2 y no al de la Fig. 3), sus hipótesis y predicciones carecen de fuerza y no le proveen de pautas que guíen el diseño, realización e interpretación del estudio. La metodología de investigación del Ciclo de Indagación de alguna manera ayuda a resolver este dilema por un lado y por otro incluye explícitamente en el paso análogo a la Predicción del MHD, las pautas del diseño del estudio que lo “ponga a prueba”.

En cierto sentido el Ciclo de Indagación (Feinsinger 2004, 2014, Feinsinger et al.

2010b) se parece a la “pregunta-modelo” de Glass (2010: Fig. 1), que afirma que “la manera en que la ciencia parece realizarse verdaderamente, es primeramente llevar a cabo un experimento para responder una pregunta, no una hipótesis” (p. 1083, énfasis mío). El Ciclo de Indagación empieza por una Pregunta de trabajo (Fig. 4), la que juega un papel análogo a la Predicción del MHD (o, la predicción de una metodología hipotético deductivo fantasma). El investigador plantea su Pregunta de trabajo según un esquema explícito de Observación, Concepto de Fondo (paralelo pero a menudo distinto al H<sub>0</sub>) e Inquietud Particular (paralelo pero distinto a la hipótesis de trabajo del método hipotético deductivo fantasma). La Pregunta señala explícita y claramente los elementos claves del diseño de la Acción (el segundo paso, la toma de datos) que la conteste mejor. Este proceso de diseño sigue una secuencia explícita de 17 pasos (Feinsinger 2004, Feinsinger & Rodríguez Ventosa 2014). El paso 17 requiere que el investigador explicita de antemano el análisis estadístico y la inferencia estadística de los datos que se tomarán (Feinsinger 2004, 2012).

Una vez tomados y analizados los datos (es decir, una vez concluida la Acción), el investigador pasa por una secuencia explícita de revisar y discutirlos, es decir de realizar la

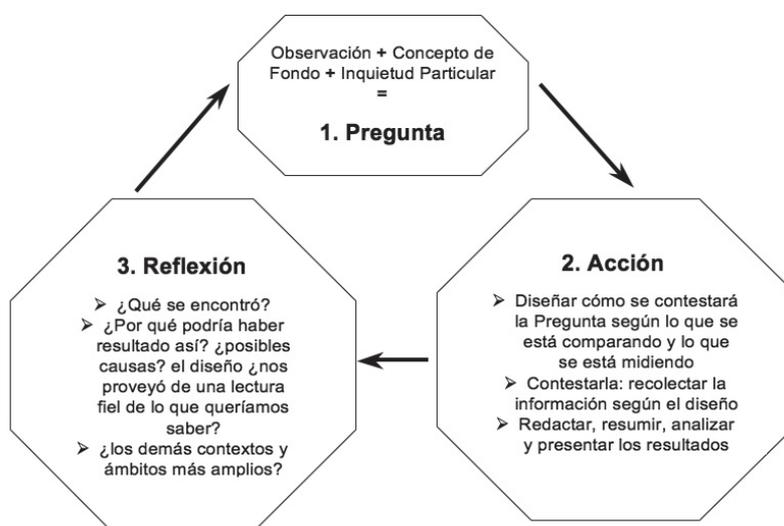


Fig. 4. El Ciclo de Indagación, modificado ligeramente de Feinsinger (2012).

The Inquiry Cycle, modified slightly from Feinsinger (2012).

Reflexión creativa, cautelosa y completa (Fig. 4 y Feinsinger 2014). Entre muchos otros elementos, la Reflexión sobre los hallazgos considera no solo el posible factor explicativo destacado por el Concepto de Fondo sino también evalúa todas las explicaciones causales alternativas de lo encontrado y extrapola a lo que podría suceder bajo otras condiciones, en otros hábitats, con otras especies y a otras escalas entre otras posibilidades (Fig. 4, y ver Feinsinger 2014). Surgen propuestas de nuevas líneas de investigación y nuevas investigaciones particulares. Por supuesto el Ciclo de Indagación puede ser aplicado incorrectamente o tergiversado tanto como el MHD, o el método fantasma (ver la Fig. 3). Sin embargo el hecho de presentar pautas explícitas para formular la Pregunta de trabajo, para el diseño de la Acción y especialmente para desarrollar la Reflexión profunda y coherente, bajan considerablemente la probabilidad de su mal uso al menos inconsciente.

Si la investigación trata de la ecología aplicada en vez de la básica (por ejemplo, el manejo de bosques, de fauna o del área protegida; la agroecología) la meta explícita de la Reflexión suele ser seleccionar una pauta de manejo, y el Ciclo de Indagación Aplicada (Feinsinger 2004, 2014, Feinsinger et al. 2010a, 2010b) tiene un cuarto paso: la Aplicación en sí y el monitoreo del resultado de su implementación. El monitoreo puede y debería plantearse como una nueva indagación. De hecho ésta puede tomar la forma de un experimento controlado verdadero, comparando por ejemplo unidades experimentales donde se implementa la pauta y unidades de control donde no se implementa (Feinsinger & Ventosa Rodríguez 2014). Los detalles del Ciclo de Indagación y el Ciclo de Indagación Aplicada se encuentran en otro artículo (Feinsinger 2014).

#### LA COMPARACIÓN

Tabla 1 compara la secuencia de pasos del MHD (Fig. 1), el método hipotético deductivo “fantasma” según el esquema de la Fig. 2 y el Ciclo de Indagación (Fig. 4). Se encuentra el desarrollo detallado de los pasos del Ciclo de Indagación en el artículo compañero (Feinsinger 2014). Admito que se pueden discutir los detalles, papeles y hasta

la presencia de los pasos de observación, paradigma y teoría que conducen a la  $H_c$  del MHD (ver por ejemplo Underwood 1990, 1997, Peters 1991, Quinn & Keough 2002), pero una discusión sobre aquellos pasos no incide en el argumento principal de la comparación.

El MHD consiste en una secuencia explícita de pasos y definiciones claras, presentadas en la columna izquierda de la Tabla 1. Le presenta una clara guía al investigador que quiere y puede cumplir con sus consignas. Lo encontrará difícil, aunque no imposible, caer en trampas procedimentales, analíticas o de interpretación. Es poco creativo (Quinn & Dunham 1983, Metis 1988, Glass 2010) y, según los argumentos presentados anteriormente, de utilidad muy limitada en nuestros campos de estudio –en particular los aplicados– pero esas críticas no se dirigen a su estructura lógica y filosófica. El Ciclo de Indagación (la columna derecha de la Tabla 1) ha sido desarrollado consciente y continuamente para presentarle una guía no solo clara, completa y rigurosa sino también práctica al ecólogo de campo o investigador afin. Intenta explícitamente minimizar el riesgo de caer en trampas procedimentales, analíticos, lógicos o biológicos (Feinsinger 2014, Feinsinger & Ventosa Rodríguez 2014). La manera de llegar a la Pregunta es análoga a la manera de llegar a la Predicción en el MHD, excepto que exige un eslabón necesario que no está el MHD: la Inquietud Particular. Dada la tremenda complejidad de diseñar un estudio de campo que nos provea de una “lectura fiel” de lo que queremos saber, el diseño del estudio según el Ciclo de Indagación es necesariamente mucho más detallado que el “simple” diseño experimental que acompaña al MHD.

Tanto el Ciclo de Indagación como el MHD prescriben una secuencia explícita de reflexiones. La secuencia del MHD es mucho más sencilla que la del Ciclo de Indagación. Si se sigue el protocolo experimental, el MHD en sí pone a prueba solo la  $H_c$ . No deberían entrar otros posibles factores explicativos de las tendencias entre los datos, y no hay necesidad de especular sobre lo que podría resultar en otros contextos porque se supone que la Predicción y su puesta a prueba seguirán el mismo razonamiento donde y cuando quiera –a menos que éste sea el estudio en que se falsó la  $H_c$ -. Por supuesto hay modificaciones más complicadas, por ejemplo el “strong inference” (la inferencia fuerte) de

TABLA 1

Una comparación entre los pasos del MHD (Fig. 1), el método hipotético deductivo fantasma “más benéfico” de la Fig. 2 y el Ciclo de Indagación de la Fig. 4 (descrito en detalle por Feinsinger 2014).

A comparison between the steps of the rigorous hypothetico-deductive method (Fig. 1), the “most benign” version of ghost hypothetico-deductive methods (Fig. 2), and the Inquiry Cycle (Fig. 4, and described in detail by Feinsinger 2014).

MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO RIGUROSO (MHD)	MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO “FANTASMA”	CICLO DE INDAGACIÓN
<p><b>(Observación).</b> A menudo está, como catalizador, pero no es un elemento obligatorio del MHD ya que el investigador puede plantear la Hipótesis científica (<math>H_c</math>) al deducirla directamente de la teoría.</p> <p><b>(Paradigma).</b> El marco o esquema de pensamiento cotidiano del campo determinado de la investigación científica, más difusa que la Teoría. No es un elemento obligatorio del MHD. Sin embargo siempre existe aunque sea implícitamente.</p> <p><b>Teoría.</b> Si es un elemento obligatorio: una propuesta general de un aspecto de cómo funciona el universo, a menudo de forma causa-efecto. Muy raramente se postula por el investigador mismo (ver Newton, Einstein, Darwin).</p> <p><b>Hipótesis científica (<math>H_c</math>).</b> Es una propuesta obligatoria, más explícita y precisa que el Paradigma o la Teoría, deducida de la Teoría (y a menudo catalizada por la inducción desde la Observación, Fig. 1). Debe formularse de manera que aplique a todas las instancias que cumplen con sus condiciones iniciales, a través del universo y para siempre.</p>	<p><b>Observación.</b> Si es un elemento obligatorio (ver Ricklefs 2012).</p> <p>(Subsumido bajo el marco teórico, si es que éste existe)</p> <p>(Subsumido bajo el marco teórico, si es que éste existe)</p> <p>(<b>Marco teórico</b>). No es un elemento obligatorio (a veces es simplemente una parte implícita de la hipótesis de trabajo) y no hay reglas según su formato. A veces el investigador que sigue consciente o inconscientemente esta metodología de investigación plantea su trabajo refiriéndose a una <math>H_c</math> verdadera ya reconocida. Sin embargo, prestada a la metodología “fantasma” ya pierde sus credenciales como una <math>H_c</math> y se vuelve un simple marco teórico que está al fondo de la hipótesis de trabajo (próxima fila).</p>	<p><b>Observación.</b> Si es un elemento obligatorio (ver Ricklefs 2012). Inicia el proceso y dispara el Concepto de Fondo (Feinsinger 2014).</p> <p>(Incluido en el Concepto de Fondo, abajo)</p> <p>(<b>Concepto de Fondo</b>). Es un elemento obligatorio y explícito (Feinsinger 2012, 2014). En algunas investigaciones se presenta como un equivalente a la Teoría del MHD (por ende cabe en esta celda), a escala de las “leyes” de Dodds (2009).</p> <p><b>Concepto de Fondo</b>. Es un elemento obligatorio y explícito (Feinsinger 2012, 2013). En la mayoría de investigaciones el Concepto de Fondo pertenece a esta fila en lugar de la anterior, porque es análogo a la <math>H_c</math> del MHD y de hecho puede incluir una <math>H_c</math> ya reconocida (Feinsinger 2014).</p>

MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO RIGUROSO (MHD)      MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO "FANTASMA"      CICLO DE INDAGACIÓN

[Esta fila no corresponde al MHD seguido debidamente, ya que la Predicción se deduce directamente de la  $H_c$ .]

**Hipótesis de trabajo.** No hay reglas. Según Marone & Galeto (2011) solo ha que ser un "enunciado general que puede verificarse solo de manera indirecta, a través de alguna de sus consecuencias" o "enunciado general pasible de ser puesto a prueba" (ver Fig. 2).

**Inquietud Particular.** Es la fusión del Concepto de Fondo y la Observación (Feinsinger 2014), tratando sobre el ámbito al alcance del investigador. Casi nunca puede responderse directamente por medio de una investigación factible, ya que todavía suele referirse a factores posiblemente explicativos de fenómenos observables y no puede presentar consignas que permitan diseñar una investigación directa de ellos. Una misma Inquietud Particular puede conducir a numerosas Preguntas de trabajo e indagaciones distintas.

**Predicción.** Es la  $H_c$  bajada a la escala del tiempo, espacio y las condiciones de investigación experimental al alcance del investigador. Se deduce directamente de la  $H_c$ . Toma la forma de "Si (...) y si (...) entonces (...)", ver texto. Se redacta de forma declarativa, no interrogativa. No tiene que ser direccional aunque por tradición casi siempre lo es en nuestros campos de investigación.

**Predicción.** No hay reglas. Según Marone & Galeto (2011) solo ha que ser una "consecuencia empírica de la hipótesis" de trabajo. Se suele redactar de forma declarativa aunque no tiene que ser, y casi nunca es, tan precisa como la Predicción del MHD. Puede ser direccional o no. A menudo se encuentra la palabra y el formato de "Objetivo(s)" en lugar de "Predicción".

**Pregunta de trabajo.** Cumple con cuatro consignas explícitas y guía explícitamente el diseño del estudio (Feinsinger 2004, 2014). Suele tomar la forma de "¿Cómo varía la variable dependiente (Y) entre las unidades de respuesta  $i$  de la variable independiente (X)?" Nunca es direccional, ya que el investigador humilde sabe que siempre podría haber una sorpresa (Lombardi y Hurlbert 2009).

**Diseño del estudio.** Ya que el estudio debería ser un experimento rigurosamente controlado, este paso sigue los protocolos estrictos del diseño experimental. El MHD en sí no tienen que precisar el diseño aparte de exigir que la investigación sea una prueba justa de la Predicción. En las ciencias exactas, la física en particular, un tamaño de muestra  $n$  de 1 puede conducir a aquella prueba justa pero en las ciencias biológicas  $n$  debe ser  $\gg 1$ .

**Diseño del estudio.** No hay reglas claras, ni vínculos explícitos con los pasos anteriores. Se espera que el investigador plantee y diseñe un estudio que ponga adecuadamente a prueba su predicción, o cumpla adecuadamente con su Objetivo(s), pero eso es una cuestión aparte.

**Diseño del estudio.** Es la búsqueda de la lectura más fiel de lo que el investigador quería saber según las palabras de la Pregunta de trabajo. La Pregunta manda el diseño de 17 pasos, los que tratan principalmente sobre "lo que se comparará" (luego la variable independiente) y "lo que se medirá" (luego la variable dependiente) pero también sobre muchas otras consignas, (Feinsinger 2004, Feinsinger & Rodríguez Ventosa 2014). Si es un experimento rigurosamente controlado el investigador sigue los protocolos del diseño experimental. Si es un estudio de observación el diseño ya no es experimental por definición sino es el mucho más desafiante estudio de observación. Debe haber un  $n \gg 1$ .

MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO RIGUROSO (MHD)	MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO "FANTASMA"	CICLO DE INDAGACIÓN
<p><i>Toma de datos</i> según el diseño experimental.</p>	<p><i>Toma de datos</i> según un diseño (ojalá que haya uno).</p>	<p><i>Toma de datos</i> según el diseño de 17 pasos, sea un experimento o sea un estudio de observación.</p>
<p><i>Análisis, resumen y presentación de los resultados.</i> Los pasos anteriores le proveen al investigador de las consignas. El análisis estadístico de los datos es un elemento imprescindible si <math>n \gg 1</math>.</p>	<p><i>Análisis, resumen y presentación de los resultados.</i> Los pasos anteriores no le proveen al investigador de las consignas. El investigador corre un riesgo de caer en trampas tal como la más difundida, el pecado de la seudorreplicación.</p>	<p><i>Análisis, resumen y presentación de los resultados.</i> Los pasos anteriores le proveen al investigador de las consignas, hasta el análisis estadístico inclusive. Las consignas del diseño le ayuda a evitar la trampa de la seudorreplicación y otras.</p>
<p><i>Evaluación de la Predicción.</i> ¿Los resultados la apoyaron o no?</p>	<p><i>Evaluación de la predicción.</i> ¿Los resultados la apoyaron o no? Si se ha propuesto un Objetivo (general) en lugar de una predicción, aquellas palabras se ajustan como correspondan.</p>	<p><i>La Reflexión, primer paso.</i> ¿Cómo es la respuesta a la Pregunta de trabajo? ¿Cuáles fueron las tendencias más llamativas entre los resultados, y cuáles fueron las excepciones más llamativas a aquellas tendencias? Ésta y las demás fases de la Reflexión son elementos obligatorios y explícitos (Feinsinger 2014).</p>
<p><i>Evaluación de la <math>H_c</math>.</i> ¿El resultado de evaluar la Predicción, apoya o no la <math>H_c</math>? Es decir, ¿se falsó la <math>H_c</math> o no?</p>	<p>Si los resultados parecen apoyar la predicción, ¿podemos atribuirlo al factor causal explicativo propuesto por la <i>hipótesis de trabajo</i>? Aquí merodea la trampa de afirmar el consecuente.</p>	<p><i>La Reflexión, segundo paso: ¿por qué podría haber sucedido así I?</i> ¿El fenómeno que causó las tendencias podría haber sido el señalado por el Concepto de Fondo? ¿De qué manera?</p>
<p>Si los resultados apoyan la Predicción y así la <math>H_c</math>, no se considera la posibilidad de que otro factor pueda haber causado las tendencias observadas, ya que se trata de un experimento verdadero y rigurosamente controlado. Si los resultados no apoyan la Predicción y se ha falsado la <math>H_c</math> ahora sí, se debe <i>revisar y modificar la teoría y/o el paradigma</i>.</p>	<p>Sea que los resultados apoyaron la predicción y así se apoyó la hipótesis de trabajo o no, la causa de las tendencias observadas ¿podría haber sido uno o varios <i>factores fuera de dicha hipótesis de trabajo</i>? ¿Cuáles? No es un elemento explícitamente obligatorio.</p>	<p><i>La Reflexión, segundo paso: ¿por qué podría haber sucedido así II?</i> ¿Los fenómenos que causaron las tendencias entre los resultados podrían haber sido factores que no se consideraron en el Concepto de Fondo? ¿Cuáles pueden haber sido dichos factores y cómo podrían haber ocasionado las tendencias observadas? Hay que proponer y evaluar todas las alternativas de factores causales que podrían explicar las tendencias llamativas (o falta de ellas) a través de los hallazgos.</p>

MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO  
RIGUROSO (MHD)

Esa fase no corresponde al MHD. Si el estudio trató sobre un experimento clásico de tratamiento(s) y control, se supone que hubo aleatorización rigurosa de las unidades experimentales antes del estudio así que la variación entre ellas fue exclusivamente la variación intrínseca (Feinsinger 2004) o "error de muestreo".

Esta fase no corresponde al MHD a menos que el investigador sea consciente de un problema, ya que se supone que se diseñó el experimento sin error.

Esta fase no corresponde al MHD. La  $H_c$  es universal, así que las Predicciones deducidas de ella deben conducir a resultados análogos dónde y cuándo quiera.

**Formulación de una nueva  $H_c$**  pero solo si los resultados no apoyaron la Predicción, por ende se falsó la  $H_c$  original y fue necesario revisar la Teoría y/o Paradigma y formular ésta nuevamente.

MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO  
"FANTASMA"

Y ¿los resultados particulares, los ajenos a la tendencia general? ¿Explicaciones posibles? Aunque debería ser un elemento obligatorio de esta metodología no lo es, ya que se suele considerar los datos fuera de la tendencia general como "ruido" y no se busca explicaciones de las posibles causas de ellos, o en el peor de los casos se excluyen del análisis (Farji-Brener 2009, y ver la Fig. 3).

¿Podría ser que el diseño no condujera a una lectura fiel de lo que el investigador quería saber? En particular, ¿es posible que la predicción no haya cumplido bien con la hipótesis de trabajo (Farji-Brener 2003)? Y/o ¿es posible que el diseño y la realización del estudio no hayan conducido a una prueba justa de la predicción? Aunque debería ser un elemento obligatorio de esta metodología no lo es, en particular si los resultados han apoyado la predicción.

Esta fase no corresponde explícitamente. Sin embargo, casi todos los investigadores que están siguiendo consciente o inconscientemente en esta columna, también proponen ideas sobre estos temas.

**Planteo de nuevas hipótesis de trabajo** (hasta nuevas predicciones inclusive), según las cinco fases informales anteriores. No es un elemento obligatorio y de hecho raramente se realiza explícitamente.

## CICLO DE INDAGACIÓN

**La Reflexión, segundo paso: ¿por qué podría haber sucedido así III?** Los datos ajenos a las tendencias generales ¿podrían haber sido ocasionados por sucesos o condiciones puntuales, particulares a una sola o unas pocas unidades de respuesta? ¿Cuáles pudieran haber sido dichos sucesos o condiciones particulares y cómo pudieran haber afectado las unidades de respuesta en cuestión?

**La Reflexión, segundo paso: ¿por qué podría haber sucedido así IV?** Las tendencias entre los resultados y/o las excepciones llamativas ¿pudieron haber resultado de efectos ocultos de un diseño inadecuado o mal hecho? Es decir, ¿será posible que el diseño condujera a una "lectura infiel" de lo que el investigador quería saber según la Pregunta de trabajo? Si fuera así ¿cómo se deberían interpretar los resultados? ¿Cómo se podría mejorar el diseño en futuros estudios?

**La Reflexión, tercer paso: ¿qué podría suceder más allá del estudio en sí?** Aquí van más comparaciones con la bibliografía y especulaciones sobre lo que podría pasar en otros tiempos, hábitats, grados de perturbación y especies o grupos, entre muchos otros cambios de contexto.

**Formulación de nuevas Inquietudes Particulares y hasta nuevas Preguntas de trabajo** según las cinco fases explícitas anteriores. Es un elemento obligatorio y creativo ya que durante la Reflexión se ha propuesto numerosas posibilidades.

Platt (1964) y otros acercamientos de “hipótesis múltiples”, pero a pesar de la popularidad creciente de los modelos teóricos de información (en inglés: IT models, Stephens et al. 2007) no es claro que estos acercamientos tengan alta utilidad en los estudios de campo (ver Quinn & Dunham 1983). En cambio, la Reflexión del Ciclo de Indagación debe seguir cuidadosamente una secuencia ordenada de pasos que por un lado evalúan todos los posibles factores explicativos de los hallazgos, hasta el último dato “inusual”, y por otro extrapolan creativa y realistamente a otros contextos y/o aplicaciones. Todas las fases de la Reflexión del Ciclo de Indagación pueden llevar a nuevas propuestas de indagaciones y hasta nuevas Preguntas de trabajo. El lenguaje de la Reflexión debe seleccionarse con cuidado a fin de que no se hagan afirmaciones más allá que lo permitido por los hallazgos (Feinsinger 2012, 2014).

Por contraste con el MHD y el Ciclo de Indagación, un método hipotético deductivo fantasma, aun las variantes más benignas, no le provee al investigador de una guía aparte de la necesidad de plantear alguna hipótesis (etiquetada así) y alguna predicción (etiquetada así) o, alternativamente, un objetivo (Tabla 1, columna central). Además de la falta de definiciones rigurosas y consistentes de aquellos términos no hay pautas sobre la secuencia de pasos de plantearlos, sobre la manera de integrar el diseño del estudio con la predicción a fin de realizar una “prueba justa” de ella, ni sobre la manera de interpretar los resultados y generalizar más allá de ellos. Es probable que el investigador humilde y consciente, empleando su sentido común y su conocimiento de la historia natural, logre realizar un excelente estudio empleando el método fantasma de la Fig. 2 o la columna central de la Tabla 1. Pero es igualmente o más probable que al investigador a que le falta una o más de esas cualidades, realice un estudio poco integrado y completo que lo lleve a caer en una u otra trampa como la seudoreplicación o el afirmar el consecuente, hasta tergiversar inconscientemente el procedimiento de la búsqueda objetiva del conocimiento.

#### LAS TRAMPAS QUE NOS HACEN LAS HIPÓTESIS

Esperando que Tabla 1 hable por sí misma, no la discutiré más. Sin embargo cabe hablar

un poco más de las hipótesis como punto de partida de los estudios de campo. Una hipótesis propuesta explícitamente como orientador de nuestros estudios (sea ésta una supuesta  $H_c$  o una “mera” hipótesis de trabajo), en particular una direccional, y su predicción direccional pueden sesgar y hasta cegar nuestra imaginación durante la interpretación de nuestros resultados al terminar el trabajo de campo. Si nuestros resultados apoyan la Predicción y así la  $H_c$  del MHD o la predicción y así la hipótesis de trabajo de uno u otro método fantasma, estamos satisfechos. No existe ninguna consigna de que busquemos explicaciones alternativas que pudieran haber conducido a las mismas tendencias entre los datos. Solo tendemos a hacer el esfuerzo de buscar y considerar explicaciones alternativas de los resultados cuando no apoyan la predicción e hipótesis.

Si estamos siguiendo debidamente el MHD (Fig. 1) por medio de un experimento rigurosamente controlado, dicho sentimiento de satisfacción al apoyar la Predicción y así la  $H_c$  está justificado. No debería haber ninguna explicación alternativa (Tabla 1). Pero si estamos siguiendo una u otra metodología fantasma en un estudio de observación (Figs. 2, 3), el sentimiento de satisfacción de haber “apoyado” lo esperado no está justificado. Aunque los resultados coincidan precisamente con los “esperados” por la hipótesis de trabajo y la predicción, siempre habrá explicaciones alternativas. Por ejemplo, si los datos apoyan la predicción de que “hay mayor densidad de plántulas de ciprés bajo que fuera de la sombra de arbustos” (Farji-Brenner 2003), el factor causal o explicativo sí podría haber sido la hipótesis de trabajo propuesta, de que “la presencia de arbustos, al dar sombra y disminuir la desecación del suelo, favorece el establecimiento de plántulas de ciprés”. Sin embargo habrá numerosos factores explicativos alternativos, por ejemplo menos herbivoría de plántulas bajo que fuera de arbustos o el simple pisoteo de ganado o de mochileros que pasan entre arbustos, no bajo ellos. Si no consideramos los factores explicativos alternativos del resultado de un estudio de observación que parece apoyar nuestra hipótesis de trabajo, corremos un alto riesgo de caer en la falacia lógica de afirmar el consecuente. La Reflexión del Ciclo de

Indagación (Tabla 1, Fig. 4 y Feinsinger 2014) le exige explícitamente al investigador que considere todas las explicaciones posibles de los resultados sea que coinciden con lo sugerido por su Concepto de Fondo o no.

Y hay una simple razón psicológica en no fiarse tanto en el MHD o cualquier otro método científico cuyo propósito es evaluar “enunciados afirmativos” (Marone & Galetto 2011:203) propuestos por el investigador mismo: “las hipótesis apelan al ego, o a la vanidad, y por ende son peligrosas” (Glass 2010). Aunque en teoría los científicos somos objetivos, el hecho es que somos seres humanos con egos. El ego del investigador, reflejado en dicho “enunciado afirmativo” direccional, puede conducir consciente o inconscientemente a esfuerzos para evitar que se false la  $H_c$  u otro “enunciado afirmativo” tal como una hipótesis de trabajo (Loehle 1987, Ford 2000, Jewett 2005, Farji-Brener 2009, Lombardi & Hurlbert 2009 entre muchos otros). Francis Bacon mismo reconoció ese peligro en el siglo XVII y por tanto declaró “no planteo hipótesis” (Glass 2010). Otra cita de Bacon debe presentarse en inglés, porque no me atrevo a volver a traducir al castellano su traducción por Glass (2010) del latín al inglés:

“Once a man’s understanding has settled on something . . . it draws everything else also to support and agree with it. And if it encounters a large number of more powerful countervailing examples, it either fails to notice them, or disregards them, or makes fine distinctions to dismiss and reject them, and all this with much dangerous prejudice, to preserve the authority of its first conceptions (...)”

Farji-Brener (2009) presenta el mismo argumento, refiriéndose explícitamente al ego. Hurlbert & Lombardi (2009), aunque no se refieren al ego, emplean argumentos análogos al criticar la filosofía y el uso de pruebas estadísticas “de una cola”, es decir asociadas con hipótesis científicas (y estadísticas) direccionales.

Por contraste, “el tener una pregunta (abierta) como el marco inicial ... parece tener un efecto de humildad sobre el científico” (Glass 2010). La Pregunta del Ciclo de Indagación no se formula según las expectativas del investigador, sino de manera no direccional: “¿Cómo varía Y, entre

las unidades de respuesta i de las diferentes clases (niveles) X?” (Feinsinger 2012, 2014). La variable dependiente Y podría mostrar tendencias respecto a cambios en la variable independiente X en el sentido “esperado”, en el sentido inesperado o podría no mostrar ninguna tendencia llamativa. Eso es lo que queremos saber. Cualquier hallazgo del estudio rigurosamente diseñado y realizado es interesante y el que no cumple con las expectativas es más interesante e importante todavía (Farji-Brener 2006, 2009).

#### ¿QUÉ HAGO SI SEGUÍ O DESEO SEGUIR EL CICLO DE INDAGACIÓN Y ME ESTÁN EXIGIENDO HIPÓTESIS Y PREDICCIONES?

Se espera que la combinación de este ensayo y otro (Feinsinger 2014) permita comprender a los lectores que el Ciclo de Indagación (Fig. 4, Tabla 1) puede ser una metodología de indagación válida y útil en sus estudios, pese a que deliberadamente no emplea las palabras “hipótesis” y “predicción”. Cabe mencionar que pocos editores y revisores de las revistas más destacadas en Ecología, el manejo forestal o de fauna, la conservación biológica y campos afines exigen que un trabajo publicado use aquellas palabras. Tienden a, y deberían, preocuparse más por el planteo y la rigurosidad de la investigación y de su análisis e interpretación, es decir los elementos destacados por el Ciclo de Indagación. Por otro lado, durante los últimos 50 años muchos ecólogos que han publicado en las revistas más destacadas han precisado y puesto a prueba justa, predicciones explícitas y de forma análoga a la de las Predicciones del MHD pero según un marco teórico comprensivo (básicamente el Concepto de Fondo del Ciclo de Indagación, ver Tabla 1 y Feinsinger 2014) sin referirse a una  $H_c$  o hipótesis de trabajo explícita y sin usar la palabra “hipótesis” (revisar *Ecology*, *Ecological Monographs*, *Ecological Applications*, *Forest Ecology and Management*, *Conservation Biology*, *Biological Conservation*, *American Naturalist*, *Journal of Ecology*, *Journal of Animal Ecology*, *Journal of Applied Ecology*, *Revista Chilena de Historia Natural*, y *Journal of Wildlife Management*, por ejemplo, especialmente los números de los años 1970 - 1995).

Sin embargo, hoy en día en ciertos ámbitos académicos se da la impresión de que se

juzga la “calidad científica” de una solicitud de beca, un proyecto, una tesina o una tesis según la presencia o ausencia de las palabras indicadoras “predicción” y (más todavía) “hipótesis” sea cual fuera su definición y la calidad verdadera de la ciencia (ver por ejemplo Marone & Galetto 2011). Es decir, la mera ausencia de aquellas dos palabras particulares puede “matar” a la postulación de la beca, proyecto, tesina o tesis. A menudo los que siguen la metodología del Ciclo de Indagación o Ciclo de Indagación Aplicada enfrentan el dilema del subtítulo de esta sección. ¿Qué hacer? Si sus estudios han cumplido con todos los criterios del MHD, pueden seguir la columna izquierda de Tabla I con consciencia limpia y hablar de la  $H_c$  y la Predicción. Si no han cumplido con los criterios no deberían intentar encajar su estudio en dicho esquema. Sin embargo todavía pueden usar las palabras “hipótesis” y “predicción” con consciencia bastante limpia, siguiendo el sentido de la segunda columna de Tabla 1. La Inquietud Particular del Ciclo de Indagación, o un híbrido entre la Inquietud Particular y el Concepto de Fondo (Feinsinger 2014), puede redactarse y etiquetarse como la hipótesis de trabajo (Fig. 2). La Pregunta de trabajo del Ciclo de Indagación puede redactarse y etiquetarse como la predicción –a condición de que sea una predicción no direccional, es decir una “de dos colas”– (Lombardi & Hurlbert 2009). Si el resto de la metodología sigue las consignas exigidas por el Ciclo de Indagación como un todo (ver la tercera columna de Tabla 1), el estudio y su redacción seguirán siendo fuertes y de alta calidad científica aunque emplee el lenguaje de otra metodología, una hipotético deductiva fantasma. Por otro lado los que han realizado estudios de campo con diseños fuertes procurando seguir el MHD o siguiendo una versión “más benéfica” de los métodos fantasma, no encontrarán difícil repensar y replantear su estudios (en particular la Introducción y Discusión, es decir la Pregunta de trabajo y la Reflexión), según las consignas del Ciclo de Indagación.

AGRADECIMIENTOS: R Novoa y otros participantes cubanos de un curso del 2007 me rogaron que contestara la pregunta del título de la última sección y así sembraron las semillas de este trabajo. Les agradezco mucho a J Astegiano, M Lima, S Rivera, R Rozzi, A Tálamo, C

Trucco, I Ventosa Rodríguez y cuatro revisores anónimos sus numerosos comentarios, críticas y revisiones del manuscrito. Estoy muy agradecido a P Camus por su voluntad e inversión de esfuerzo para que el artículo saliera en éste, el último número de la Revista Chilena de Historia Natural que permite publicar en español. Finalmente estoy eternamente agradecido a RB Root y RH Whittaker por no insistir en que usara las palabras “hipótesis” y “predicción” en mi tesis de doctorado aunque debo admitir que sí incluí la segunda palabra en ella y las dos en muchas publicaciones subsiguientes.

#### LITERATURA CITADA

- BILLICK I & MV PRICE (eds) (2010) *The ecology of place: contributions of place-based research to ecological understanding*. University of Chicago Press. Chicago, Illinois.
- CAMUS PA & M LIMA (1995) El uso de la experimentación en ecología: Fuentes de error y limitaciones. *Revista Chilena de Historia Natural* 68: 19-42.
- COLTON D & RW COVERT (2007) *Designing and constructing instruments for social research and evaluation*. Jossey-Bass, San Francisco, California.
- CONNELL JH (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- DODDS WK (2009) *Laws, theories, and patterns in ecology*. University of California Press, Berkeley, California.
- FARJI-BRENER AG (2003) Uso correcto, parcial e incorrecto de los términos “hipótesis” y “predicciones” en ecología. *Ecología Austral* 13: 223-227.
- FARJI-BRENER AG (2004) ¿Son hipótesis las hipótesis estadísticas? *Ecología Austral* 14: 201-203.
- FARJI-BRENER AG (2006) La (significativa) importancia biológica de la no-significancia estadística. *Ecología Austral* 16: 79-84.
- FARJI-BRENER AG (2009) ¿Ecólogos o ególogos? Cuando las ideas someten a los datos. *Ecología Austral* 19: 167-172.
- FEINSINGER P (2001) *Designing field studies for biodiversity conservation*. Island Press, Washington DC.
- FEINSINGER P (2004) El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN-Bolivia, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- FEINSINGER P (2012) *Lo que es, lo que podría ser y el análisis e interpretación de los datos en un estudio de campo*. Ecología en Bolivia 47: 1-6.
- FEINSINGER P (2014) Metodologías de investigación en ecología aplicada y básica en los “sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo” y mucho más allá: el Ciclo de Indagación. Bosque: en prensa.
- FEINSINGER P & I VENTOSA RODRÍGUEZ (2014) Suplemento decenal al texto “El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad”. Editorial FAN-Bolivia, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. En prensa.
- FEINSINGER P, S ÁLVAREZ, G CARREÑO, E RIVERA, RL CUELLAR, A NOSS, F DAZA, M FIGUERA, L GARCÍA, M CAÑIZARES, A ALEGRE & A ROLDÁN (2010a) Local people, scientific inquiry, and the ecology and conservation of place in Latin America. En: Billick I & MV Price (eds) *The ecology of place: contributions of place-base research to ecological and evolutionary*

- understanding: 403-428. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- FEINSINGER P, C POZZI, C TRUCCO, RL CUELLAR, A LAINA, M CAÑIZARES & A NOSS (2010b) Investigación, conservación y los espacios protegidos de América latina: una historia incompleta. *Revista Ecosistemas* 19(2): 97-111 (on line). URL: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=645> (accedido 22 de Mayo 2010).
- FORD ED (2000) *Scientific method for ecological research*. Cambridge University Press, Cambridge.
- FRETWELL SD (1972) *Populations in a seasonal environment*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- FRETWELL SD (1975) The impact of Robert Macarthur on ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 6: 1-13.
- GILBERT F (2011) The ecology of place. *Frontiers of Biogeography* 3.1: 26-28.
- GLASS DJ (2010) A critique of the hypothesis, and a defense of the question, as a framework for experimentation. *Clinical Chemistry* 56: 1080-1085.
- HAMILTON WD (1971) Geometry for the selfish herd. *Journal of Theoretical Biology* 31: 295-311.
- HILBORN R & M MANGEL (1997) *The ecological detective*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- HURLBERT SH & CM LOMBARDI (2009) Final collapse of the Neyman-Pearson decision theoretic framework and rise of the neoFisherian. *Annales Zoologici Fennici* 46: 311-349.
- JEWETT DL (2005) What's wrong with single hypotheses? Why it is time for Strong-Inference-PLUS. *Scientist* 19: 10.
- KINGSLAND SE (1985) *Modeling nature*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- KINGSLAND SE (2004) Conveying the intellectual challenge of ecology: an historical perspective. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: 367-374.
- KINGSLAND SE (2005) *The evolution of American ecology, 1890-2000*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- KINGSLAND SE (2010) The role of place in the history of ecology. En: Billick I & MV Price (eds) *The ecology of place: contributions of place-based research to ecological understanding*: 15-39. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- KUHN TS (1962) *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- LAWTON JH (1996) Corncrake pie and prediction in ecology. *Oikos* 76: 3-4.
- LAWTON JH (1999) Are there general laws in ecology? *Oikos* 84: 177-192.
- LOEHLE C (1987) Hypothesis testing in ecology: psychological aspects and the importance of theory. *Quarterly Review of Biology* 62: 397-409.
- LOMBARDI CM & SH HURLBERT (2009) Misprescription and misuse of one-tailed tests. *Austral Ecology* 34: 447-468.
- MACARTHUR RH (1972) *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Harper & Row, New York, New York.
- MARONE L & L GALETTO (2011) El doble papel de las hipótesis en la investigación ecológica y su relación con el método hipotético-deductivo. *Ecología Austral* 21: 201-216.
- MEAD R (1988) *The design of experiments*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MENTIS MT (1988) Hypothetico-deductive and inductive approaches in ecology. *Functional Ecology* 2: 5-14.
- MURCIA C & P FEINSINGER (1996) Interspecific pollen loss by hummingbirds visiting flower mixtures: effects of floral architecture. *Ecology* 77: 550-560.
- PETERS RH (1991) *A critique for ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PLATT JR (1964) Strong inference. *Science* 146: 147-153.
- POPPER K (1959) *The logic of scientific discovery*. Basic Books, New York, New York.
- POPPER K (1983) *Realism and the aim of science*. Second edition. Rowman & Littlefield, Totowa, New Jersey.
- PRICE MV & I BILLICK (2010) The ecology of place. En: Billick I & MV Price (eds) *The ecology of place: contributions of place-based research to ecological understanding*: 1-10. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- QUINN GP & MJ KEOUGH (2002) *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Cambridge.
- QUINN JF & AE DUNHAM (1983) On hypothesis testing in ecology and evolution. *American Naturalist* 122: 602-617.
- RICHARDSON AW (2003) The scientific world conception: logical positivism. En: Baldwin T (ed) *The Cambridge history of philosophy, 1870-1945*: 391-400. Cambridge University Press, Cambridge.
- RICKLEFS RE (2012) Naturalists, natural history, and the nature of biological diversity. *American Naturalist* 179: 423-435.
- RIVERA S & I GUTIÉRREZ (2010) La construcción del conocimiento científico. En: Antokolec P, J Figueroa, ME Fortunato, L Harburguer & MJ Solis (eds) *Biología para pensar*: 11-21. Kapeluz, Buenos Aires.
- ROOT RB (1973) Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-124.
- SHADISH W, T COOK & D CAMPBELL (2002) *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin, Boston.
- STEPHENS PA, SW BUSKIRK & CM DEL RÍO (2007) Inference in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 192-197.
- UNDERWOOD AJ (1990) Experiments in ecology and management: their logics, functions and interpretations. *Australian Journal of Ecology* 15: 365-389.
- UNDERWOOD AJ (1997) *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge.
- WILLSON MF & JJ ARMESTO (2006) Is natural history really dead? Toward the rebirth of natural history. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 279-283.
- WIVAGG D & D ALLCHIN (2002) The dogma of "the" scientific method. *American Biology Teacher* 64: 645-646.