

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XIX JORNADAS

VOLUMEN 15 (2009)

Diego Letzen
Penélope Lodeyro

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Una perspectiva sobre la filosofía de la biología experimental: observaciones sobre la naturaleza de las inferencias biológicas

Luciana Pesenti*

Introducción

La actividad experimental en biología puede examinarse epistemológicamente en y desde una variedad de ángulos disciplinares. Sin embargo, se puede sostener que el rol de la experimentación en el conocimiento biológico en general ha sido una cuestión de exploración casi inusual en los estudios sobre filosofía de la biología. Frente a esto, la contribución de K. Schaffner *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*¹ ha comenzado a ser objeto de particular atención por parte de los filósofos dado el carácter relativamente referencial, por lo comentado previamente, de los problemas epistémicos planteados en torno a la biología experimental. Actualmente, la ausencia de abordajes en esta dirección está siendo transformada por una nueva forma germinal de atención filosófica. Un primer indicio de esto puede colegirse del título de un libro recientemente publicado: *Philosophy of Experimental Biology*² del filósofo M. Weber.

Weber examina a la luz de diversos estudios de casos relativos a prácticas experimentales en biología temas tales como la naturaleza de las explicaciones y las inferencias biológicas, el descubrimiento, el cambio conceptual, entre otros. Previo a referirse a estas cuestiones afirma que su tratamiento recaerá de manera marginal en la teoría evolutiva puesto que en otros campos como la bioquímica, la biología molecular y la microbiología, el análisis filosófico dista de ser tan abrumadoramente sustantivo. Punto éste que nos interesa subrayar a fin de establecer el objetivo que nos guía: el siguiente trabajo se encuadra en un proyecto de investigación³ relativo a los procesos inferenciales en la teoría jerárquica de la selección natural. Teniendo en cuenta esto, será nuestra intención evaluar las afirmaciones de Weber respecto de la naturaleza de las inferencias biológicas. Concretamente, intentaremos realizar un ejercicio reflexivo sobre las propiedades centrales que caracterizan los procesos inferenciales según Weber, pero tomando una perspectiva diferente, conforme a dos investigaciones hechas en el ámbito de la biología evolutiva K. Tsuji (1995) y M. Wade y S. Kalisz (1990). La forma general de nuestra argumentación consistirá en poner de relieve por qué motivos las propiedades juzgadas por Weber en otros dominios de la biología no proporcionan un marco conceptual adecuado desde donde poder dirimir la relación entre los componentes estadísticos de las inferencias y la experimentación biológica.

1-Una discusión “articulada” sobre las inferencias

El examen de Weber acerca de los procesos inferenciales en el conocimiento biológico está inspirado en el desenvolvimiento histórico de una controversia que tuvo lugar a mediados del siglo XX. La controversia en cuestión se estableció respecto del modo de explicar el mecanismo de la fosforilación oxidativa: un proceso bioquímico metabólico existente en la respiración

* UNC

celular. La búsqueda de la explicación apropiada de tal proceso impulsó la confrontación entre la hipótesis quimiostática, propuesta por P. Mitchell en 1961, y otras que por entonces gozaban de mayor arraigo.

De los numerosos aspectos que alimentaron la disputa entre estas hipótesis bioquímicas, hasta que en el año 1977 se aposentó la quimiostática como explicación efectiva, Weber considera que la evidencia experimental en ambos polos de la contienda fue tan crucial como inconcluyente debido a las ventajas y desventajas empíricas de cada una de ellas. Su observación acerca de que el chequeo de las hipótesis por la evidencia experimental no alcanzó niveles comparables entre ambas en cuanto a predicciones teóricas o confirmaciones diagnósticas exitosas de igual rango, ni que tales hipótesis mostraron entre sí grandes concordancias en cuanto a su base empírica, le hace concluir que es impropio, a partir de los "postulados" de la subdeterminación y el problema de Duhem de las hipótesis auxiliares⁴, dar cuenta de por qué esta controversia se mantuvo por más de una década. Con el propósito de elucidar esto, una vez descartados los planteos anteriores como guías de exploración generales, Weber examina las premisas centrales de la teoría de la confirmación bayesiana⁵ y la teoría del error estadístico de D. Mayo⁶ como tipos, en cierta forma, de recursos metodológicos disponibles para el examen de las inferencias biológicas.

Lo que cabe exponer brevemente con respecto a la primera propuesta es que Weber restringe las hipótesis confrontadas a los llamados "odds" o funciones probabilísticas del Teorema de Bayes, examinando si las probabilidades de ambas hipótesis en relación a algún tipo de evidencia *é* comprenden expresiones de nuevas evidencias experimentales. A la luz de las funciones probabilísticas asignadas, Weber considera que es posible apreciar cómo ciertos hechos orientaron más que otros la aceptación de la teoría quimiostática. Sin embargo, afirma que la aplicación del Teorema de Bayes puede desconcertar respecto de la precisión confirmatoria o grado mayor de confirmación empírica de la hipótesis quimiostática: en parte porque la evidencia fue experimentalmente inespecífica en una gran variedad de situaciones, Weber concluye que el bayesianismo puede ser usado para mostrar que esta hipótesis debió haber sido aceptada mucho antes (alrededor de 1966).⁷

Lo que resulta de mayor pertinencia para nuestro trabajo es la connotación metodológica que el autor reconoce en el bayesianismo. Al respecto, puede decirse que es común en la epistemología contemporánea considerar que la noción de inferencia bayesiana se encuentra asociada con la representación de las relaciones probabilísticas como relaciones confirmatorias entre evidencia e hipótesis. Específicamente, la crítica de Weber a esta forma de relación epistémica es que no proporciona una representación adecuada de los diversos modos en que las evidencias fueron tomadas en cuenta a favor de la aceptación de la hipótesis quimiostática.

Si lo anterior lo conduce a Weber a remarcar que "[...] nos vemos forzados a concluir que el esquema de inferencias bayesianas abona inferencias injustificadas"⁸, la crítica que sigue a continuación afirma taxativamente otro esquema inferencial semejante. Se funda en la teoría del error estadístico de Mayo.

Cabe subrayar, en lo esencial, que el mérito de la teoría de Mayo desde la perspectiva de Weber consiste en que focaliza su atención en los procesos de elaboración de evidencias, mostrando que tales procesos suelen ser más complejos que lo puede traslucir una evaluación

confirmatoria entre evidencia e hipótesis rivales. Sin embargo, el autor considera que uno de los problemas centrales de tal ampliación del análisis de la evidencia lo constituye la tentativa de restringir el examen de las inferencias científicas a una propuesta formal cuya estructura está dada por la noción estadística de error que Mayo presenta. En resumen, para Weber: "Mayo comete los mismos errores que el bayesianismo al pensar en la unidad formal de las inferencias científicas".⁹

El contraste entre las concepciones expuestas y su postura a desarrollar se desprende de lo siguiente:

[...] en biología experimental el control de los errores no involucra cálculos de error de probabilidades como así tampoco métodos estadísticos o análogos informales de éstos. En cambio, el biólogo experimental controla los posibles errores manipulando sistemáticamente las condiciones experimentales de modo de evitar la intrusión de factores causales o falsas atribuciones de esta naturaleza.¹⁰

Llegados a este punto, es conveniente esbozar una comparación general entre los tipos de inferencias que distingue Weber. Siguiendo el hilo de su argumentación, ésta comparación puede entreverse como una contienda entre dos polos metodológicos con una pretendida vía de articulación que cabe atribuir al propio autor. Esta vía consiste en la propuesta de una metodología caracterizada por controles no estadísticos del error. De esta manera, las inferencias contrapuestas podrían caracterizarse a través de las siguientes propiedades:

- a) Inferencia "cálculo" (Teorema de Bayes): Hipótesis probabilísticas + evidencia experimental = relación confirmatoria.
- b) Inferencia "chequeo estricto" (Mayo): Representada por casos particulares de evidencia experimental después que han sido elaborados o examinados + chequeos probabilísticos = control del error estadístico.
- c) Inferencia "chequeo no-estricto" (Weber): estrategias no probabilísticas + casos particulares de evidencia experimental después que han sido elaborados o examinados = control del error causal.

2-Interacciones entre dos escenarios principales

Cuando Weber examina las concepciones anteriores (Bayes, Mayo) en relación con la naturaleza de las inferencias en biología molecular considera que, en efecto, ambas pueden usarse para reconocer algunos referentes de los elementos de juicio que fueron tomados en cuenta en la controversia sobre el mecanismo de la fosforilación oxidativa. Sin embargo, como hemos visto, el autor insiste en que una comprensión adecuada de estos elementos requiere poner en tela de juicio la idea de propiedades formales en el conocimiento inferencial de la biología molecular.

En el fondo de este cuestionamiento uno de los supuestos que impera es que el conocimiento inferencial biológico se desenvuelve básicamente en dos escenarios delimitados. Uno de ellos está conformado por condiciones y perturbaciones experimentales, estrategias estadísticas de control del error, formas de evidencia, predicciones teóricas y procesos inferenciales. El otro por los mismos elementos, pero contando con la presencia de estrategias de control y procesos inferenciales causales.

Ahora bien, lo que nos interesa mostrar es que la importancia de este supuesto en la derivación de metodologías *en* biología evolutiva se pone de manifiesto en situaciones que hacen que estos escenarios tengan un poder expresivo unificable y arraigado en caracterizaciones de inferencias que son contrapuestas. Para dar cuenta de esto, se deben delinear, aunque aquí de manera general, dos acercamientos efectivos al estudio de la biología evolutiva. Por una parte, los métodos estadísticos empleados para el examen del cambio evolutivo como las fórmulas de covariancia de Price¹¹ y las versiones de análisis multivariable de selección como el método de Heisler y Damuth¹² conforman la provisión más frecuente de estrategias estadísticas en este campo de estudio.¹³ Asimismo, hay investigaciones en las que el examen del mecanismo de la selección natural involucra la intervención de factores presuntamente causales en donde los reportes de la observación y la experimentación subrayan el papel sustantivo de la interacción de los organismos con el entorno como condicionante del carácter legítimo de las explicaciones biológicas propuestas.¹⁴

Como un primer paso para examinar esto, nos serviremos de dos estudios en biología evolutiva tomados uno de K. Tsuji¹⁵ y otro de M. Wade y S. Kalisz.¹⁶

Retomando lo planteado por Weber, consideremos la siguiente cuestión en el ámbito de las investigaciones evolutivas: la conexión entre métodos estadísticos y experimentación ¿provee herramientas para un examen diagnóstico general acerca de cuál es el mecanismo válido de control del error y las propiedades de las inferencias dominantes?

Un intento general por responder afirmativamente este interrogante debe rastrear más de cuarenta años de implementación creciente de métodos estadísticos en los estudios experimentales de diversas problemáticas evolutivas (tales como cooperación, altruismo, egoísmo etc) en poblaciones naturales. La respuesta afirmativa, pero particularizada, respecto de la importancia de estos métodos en relación a tópicos tales como la elaboración de inferencias y el control del error posee una forma consistentemente dispersa para poder determinar cuáles son los criterios de ponderación epistémicos y metodológicos que prevalecen. A pesar de esta situación, es bien claro que en la práctica experimental biológica las capacidades de los métodos estadísticos están asociadas a la adquisición de evidencia experimental como instanciación empírica de los mismos.¹⁷ Por ejemplo, estudios como el de Tsuji muestran que no es una tarea sencilla advertir el valor práctico de los métodos estadísticos debido a que las mediciones del éxito reproductivo de los organismos dejan cierto margen para incertidumbre en las interpretaciones de los resultados estadísticos, especialmente en los trabajos de campo. A su vez, este tipo de problema en la práctica de la biología evolutiva tiende a condicionar fuertemente la evaluación de tales métodos a las técnicas de sofisticación de las condiciones experimentales como así también a las manipulaciones realizadas en los laboratorios. Qué tipo de ventaja supone este condicionamiento para defender la legitimidad de un control específico del error, y de las inferencias hechas en el transcurso de la investigación, Tsuji lo expresa en estos términos:

[...] si verdaderamente el éxito reproductivo individual dentro de la colonia se encuentra encubierto por un ruido aleatorio, luego el método de regresión no debería arrojar resultados significativos acerca del éxito reproductivo individual en relación a algún carácter [fenotípico]. Cualesquiera resultados estadísticamente significativos en el análisis de

regresión con un suficiente tamaño de muestras reduce las críticas respecto de las supuestas sobre el éxito reproductivo individual.¹⁸

Otra respuesta al interrogante planteado pero en un tono, podría decirse, contrapuesto al anterior es sustentada por varios autores desde diversos puntos de vista. En general, gira en torno a tópicos tales como la naturaleza de la explicación y su distingo con la descripción, el rol de los estudios experimentales, la construcción de modelos evolutivos, etc. *Las causas de la selección natural* de M. Wade y S. Kalisz tiene como objetivo principal establecer las causas del mecanismo de la selección natural. Para estos autores las condiciones necesarias y suficientes para identificar la agencia causal de la selección natural son sólo visceralmente satisfechas a partir del uso de métodos estadísticos:

Este método de análisis [el análisis multivariable de selección propuesto por Lande y Arnold (1983)] ha sido aplicado a dos diferentes cuestiones: (1) cómo opera la selección natural en el cambio de la distribución fenotípica de los rasgos en la naturaleza, y (2) (dentro de un contexto ecológico) por qué la selección opera de esta manera. Estas dos cuestiones son diferentes, y un análisis estadístico, esencialmente un estudio de correlaciones, no es suficiente para responder a la segunda pregunta.¹⁹

Básicamente, la primera cuestión, cómo opera la selección, constituye el puente empírico entre el método estadístico y los datos observacionales; son, en definitiva, entrecruzamientos indispensables para comprender la actuación de la selección, pero insuficientes para suministrar una respuesta a la segunda cuestión: por qué la selección opera de determinada manera. En este caso,

[...] tratamos la mejor estimación del gradiente de selección [una forma estadística de expresar el cambio evolutivo de un rasgo fenotípico] a través del análisis multivariable como una "hipótesis" en sí misma objeto de futuras investigaciones. Es decir, no importa cuánto uno refine el enfoque observacional del análisis multivariable de selección, ya sea tanto variando estadísticamente las factores ambientales covariantes o a partir de la identificación y control experimental de tales factores, este enfoque permanece esencialmente dentro del análisis correlacional. Únicamente puede proveer indicios de causación [...]. Cuando manipulamos el entorno en una dimensión particular y observamos un cambio en la estimación de la selección, podemos inferir que la agencia de la selección está asociada a cierta característica ambiental. Puesto de otro modo, creemos que hay una reciprocidad esencial entre enfoques observacionales y experimentales para el estudio de los procesos evolutivos [...].²⁰

Podemos afirmar, en general, que en base a la importancia otorgada a aspectos metodológicos relativos a criterios de relevancia y evaluación de las evidencias experimentales, ciertas investigaciones en biología evolutiva abren el camino hacia una concepción del conocimiento inferencial bifurcada o demarcacionista. Esto quiere decir que en lugar de acotar un lenguaje para un tipo de inferencia fincada prevalectivamente en un control causal o no estadístico del error, hay metodologías que discrepan respecto de los fundamentos experimentales y formales de las inferencias biológicas. Por tanto, un marco conceptual mucho más abarcativo que el que Weber considera en la investigación experimental de la biología molecular, se requiere, a nuestro entender, para el examen de las inferencias evolutivas.

3-Observaciones sobre atribuciones materiales

Brigandt²¹ sugiere que un encuadre satisfactorio para la posición de Weber acerca del estatus de las inferencias en la práctica biológica es aportado por la teoría material de la inducción de J. Norton²². Respaldándose en esta teoría defiende que la metodología experimental en biología puede caracterizarse, contraviniendo cierto consenso acerca de las teorías formales de la inducción, por la ausencia de esquemas universales de inferencias, otorgándoles así significados restringidos a sus dominios particulares de producción, como así también por la prescindencia de aspectos formales relevantes. En otras palabras, que las inferencias en la práctica biológica se caracterizan por ser materiales:

Mientras que una imagen tradicional de las inferencias las califica de buenas por su forma, una inferencia material es buena por su contenido. El contenido de las premisas particulares y de la conclusión determina la calidad de la inferencia, donde este contenido involucra empíricos y substanciales conocimientos científicos.²³

Conviene repasar la caracterización de Weber acerca de las inferencias. Tales inferencias relacionan controles no-estadísticos del error con perturbaciones de las condiciones experimentales. Hemos visto que en el caso de la biología evolutiva la interacción entre los métodos estadísticos y la experimentación impulsa a renovar la pregunta acerca de cuál es la estrategia disponible para controlar el error, y si esta estrategia puede tomar la forma de una metodología respecto del conocimiento inferencial en ese dominio.

La lectura de Weber por Brigand parece ensanchar la necesidad de examinar algunos aspectos no mencionados hasta ahora. En primer lugar, la caracterización del estatus empírico de las inferencias en biología como contenido (o parte material) de las inferencias presupone una especie de intuición equiparable entre observación y experimentación. Como se sabe, la distinción entre observación y experimentación exhibe variaciones entre las disciplinas biológicas: casos generales de interés son los que ejemplifican el contraste entre la biología experimental de laboratorio y la biología observacional de campo²⁴. El punto cuestionado aquí respecto de la consideración de Brigand es el del condicionamiento de las inferencias biológicas a los supuestos que insinúa la distinción entre observación y experimentación. Por ejemplo, una de las piezas claves en la propuesta de Wade y Kalisz es que la ausencia de concordancia entre observación y experimentación y, por tanto, la asimetría que deviene en las inferencias entre dos niveles de exploración contrapuestos, impide una representación adecuada de la causalidad evolutiva. Asimismo, otro aspecto crucial a tener en cuenta es la multiplicidad de contenidos que pueden adoptar las inferencias en la práctica biológica bajo vastos esquemas de estimaciones acerca de las variaciones de componentes implicados en un proceso particular, predicciones de futuras observaciones, enunciados contrastadores de hipótesis, etc. En cuanto a la injerencia de los métodos estadísticos en los procesos inferenciales, cabe destacar una referencia a este respecto como la de Tsuji en donde la aplicación de tales métodos ejerce una función discriminatoria en el conocimiento inferencial en tanto opera una suerte de control del error, estadística y experimental.

A modo de conclusión diremos que hemos intentado mostrar en lo que antecede que la vía metodológica propuesta por Weber es insuficiente como marco conceptual para examinar los tipos de correspondencias que tienen lugar entre inferencias, controles estadísticos y referencias

causales en el dominio de la biología evolutiva. Las relaciones entre estos aspectos están frecuentemente envueltas en ejercicios interpretativos de los resultados estadísticos en combinación con las técnicas experimentales muy heterogéneas, cuyo esclarecimiento no se restringe a su encuadre metodológico como análogo plausible. Con todo, nuestro intento de extrapolación ha sido deliberadamente idéntico al de Weber en el punto de partida: cualquiera sea el ámbito de aplicación, los problemas que conciernen a la naturaleza de las inferencias en la práctica biológica se ordenan en torno a la discusión entre perspectivas de análisis estadísticas y causales.

A su vez, creemos que el uso de la argumentación de Norton para respaldar la idea de inferencia material como pieza central de la actividad inferencial biológica simplifica algunas diferencias sustantivas, habida cuenta de la importancia de una exploración más detallada del supuesto sustrato empírico de ese contenido material en el ámbito biológico.

Notas

¹ Schaffner, K., 1993, *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*, Chicago: University of Chicago Press.

² Weber, M., 2005, *Philosophy of Experimental Biology*, Cambridge: Cambridge University Press.

³ Proyecto de Tesis de Licenciatura. Director: Victor Rodríguez. Título: La identidad de la emergencia en ciencias biológicas como una "anomalía arrinconable".

⁴ Duhem, P., 1954, *The Aim and Structure of Physical Theory*, Translated by P. Wiener. Princeton: Princeton University Press. Sobre subdeterminación ver Laudan, L., 1990, "Demystifying Underdetermination", *Scientific Theories*, Minneapolis: University Minnesota Press, pp.267-297.

⁵ Ver Franklin, A., 1990, *Experiment, Right or Wrong* Cambridge: Cambridge University Press.

⁶ Mayo, D.G., 1996, *Error and Growth of Experimental Knowledge* Chicago: University of Chicago Press.

⁷ Cfr. Weber. 197.

⁸ Cfr 198

⁹ Cfr 217.

¹⁰ Cf. 223-224.

¹¹ Price, G. R., 1972, "Extension of Covariance Selection Mathematics", *Annals of Human Genetics* 35, 485-90.

¹² Heisler, I. L., y J. Damuth., 1987, "A method for analyzing selection in hierarchically structured populations", *American Naturalist* 150: 586-602.

¹³ Michod, R., 1997, "Cooperation and Conflict in the Evolution of Individuality. I. Multilevel Selection of the Organism", *American Naturalist* 149: 607-645.

¹⁴ Endler, J., 1986, *Natural Selection in the Wild*, Princeton: Princeton University Press.

¹⁵ Tsuji, K., 1995, "Reproductive Conflicts and Levels of Selection in the ant *Pristomyrmex Pungens*: Contextual Analysis and Partitioning of Covariance", *American Naturalist* 146: 586-607.

¹⁶ Wade, M y S. Kalisz., 1990, "The Causes of Natural Selection", *Evolution* 44. 1947-1955.

¹⁷ Goodnight, C; Schawartz, J y L. Stevens., 1992, "Contextual Analysis of Models of Group, Soft Selection, Hard Selection, and the Evolution of Altruism", *American Naturalist* 140: 743-761.

¹⁸ Cfr. 592.

¹⁹ Cfr. 1947-1948.

²⁰ Cfr. 1953.

²¹ Brigand, I., 2006, "Philosophical issues in experimental biology", *Biology and Philosophy*, 21. 423-435.

²² Norton, J. D., 2003, "A Material Theory of Induction", *Philosophy of Science*, 70: 647-670.

²³ Cfr. 425.

²⁴ Caponi, G., 2003, "Experimentos en biología evolutiva. ¿qué tienen ellos que los otros no tengan?", *Episteme*, 16: 61-97.