

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVII JORNADAS
VOLUMEN 13 (2007)

Pío García
Luis Salvatico
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



¿Son a priori las leyes de la biología?

Pablo Lorenzano*

0. Introducción

Tradicionalmente, dos argumentos son presentados en contra de la existencia de *leyes en biología*: el de su *no-universalidad* (Smart 1963) y el de su *contingencia evolutiva* (Beatty 1995). Frente a tales argumentos, dos son las reacciones habituales. La primera consiste en efectuar un análisis crítico de ellos (Ruse 1970, Munson 1975, Carrier 1995). La segunda consiste en defender la existencia de leyes (o principios) en biología, aunque argumentando que éstas son no-empíricas o *a priori* (Brandon 1978, 1982, 1997, Sober 1984, 1993, 1997, Elgin 2003). El objetivo del presente trabajo es contribuir a la discusión acerca de las leyes de la biología, tratando de mostrar en qué medida puede sostenerse de un modo plausible tanto su existencia como su conceptualización como leyes a priori. Ello se hará a la luz del concepto de ley fundamental del estructuralismo metateórico, mencionando el caso de la ley fundamental de la genética clásica.

1. Brandon, Sober y Elgin sobre leyes biológicas no-empíricas o a priori

Una estrategia utilizada para defender la existencia de leyes en biología consiste en distinguir dos tipos de generalizaciones: las empíricas –eventualmente no universales y contingentes o de necesidad nómica limitada– y las no-empíricas –pero explicativas–, y en sostener que al menos algunas (de las) leyes biológicas (más fundamentales) o principios son del segundo tipo.

De acuerdo con el primero Brandon (1978, 1997), las generalizaciones de este tipo son leyes esquemáticas o esquemas de ley que carecen de contenido empírico por sí mismas, es decir, que no poseen contenido empírico biológico, sino que son más bien matemáticas aplicadas a problemas biológicos y, en ese sentido, analíticas, pero que constituyen principios organizativos de las teorías empíricas de las que provienen, jugando un rol esencial en todas las explicaciones que proporcionan dichas teorías. Pero si estas generalizaciones carecen de contenido empírico en tanto esquemas de ley, no ocurre lo mismo con sus supuestos de aplicabilidad ni con sus instanciaciones, que son empíricos. Brandon (1997) recomienda lo que denomina el “conservadurismo lingüístico”, consistente en mantener la caracterización clásica de ley y en reconocer que otras cosas distintas a las leyes así caracterizadas pueden tener poder explicativo, ya sean regularidades empíricas pero contingentes o generalizaciones no-empíricas (citando como ejemplos de este último tipo al principio de selección natural, a la ley de Hardy-Weinberg y a la explicación de Galton de regresión al medio).

En distintos trabajos, Sober (1984, 1993, 1997) ha argumentado que el proceso de la evolución está gobernado por modelos –tales como el teorema fundamental de la selección natural de Fisher, el modelo de Kimura de la evolución neutral o la ley de Hardy-Weinberg– que, mientras que constituyen leyes de procesos –caracterizadas por ser generalizaciones cualitativas que soportan contrafácticos y que describen relaciones causales y explicativas, diciendo cómo los sistemas de tipo especificado se desarrollan en el tiempo, y gobernando así las trayectorias de las

* Universidad Nacional de Quilmes/CONICET. pablo@unq.edu.ar

poblaciones, al describir la probabilidad de distribución de los estados que el sistema pudiera ocupar alguna cantidad fijada de tiempo posterior-, pueden ser conocidos como verdaderos *a priori*, independientemente de la experiencia sensible (Sober 1984, p. 65, Sober 1997, p. S458-S459).

Sin embargo, a pesar de que las proposiciones de los modelos matemáticos de la biología evolutiva son *a priori*, Sober (1984, 1993) enfatiza tanto su carácter no trivial como de ser revisables a la luz de la experiencia, e.e. de ser contrastables empíricamente, y en este sentido su carácter empírico, aun en el caso de que sean concebidas como tautologías –ya sea por ser verdades matemáticas o, como en una de las interpretaciones habituales del principio de la selección natural, que él rechaza (Sober 1984, p. 74; 1993, pp. 69-73), por constituir definiciones, pues saber si se cumplen las condiciones estipuladas por el modelo propuesto, e.e., determinar si el modelo se aplica o no, o si hay entidades que se ajusten a la supuesta definición proporcionada por éstas (1984, p. 81), es una cuestión empírica (1993, pp. 16, 18, 73).

En esa misma línea de pensamiento, sostiene que, incluso cuando una generalización utilizada en una explicación pudiera ser una verdad matemática, “[l]a explicación *como un todo* es empírica, a causa de *otros* de sus componentes” (Sober 1984, p. 79), pues, como nos enseñan Duhem y Quine, “aserciones altamente teóricas resultan en predicciones observacionales sólo cuando son asociadas con supuestos adicionales [...] [lo que] muestra porqué puede ser difícil ver si una aserción teórica es contrastable empíricamente, ya que no se puede determinar esto examinando la afirmación de manera aislada” (1984, p. 73).

Por otro lado, Sober (1997) plantea una manera de transformar –mediante la explicitación de la cláusula *ceteris paribus* o *ceteris absentibus* implícitos en los modelos evolutivos– las generalizaciones biológicas contingentes en leyes no-contingentes (pp. S459-461), relacionando así, mediante cierta “formulación apropiada”, la idea de leyes biológicas (de proceso) *a priori* –o enunciados generales “del tipo ‘si/entonces’” (Sober 1993)– con la tesis de la contingencia evolutiva planteada por Beatty. Para ello, en primer lugar, propone representar la tesis de la contingencia evolutiva planteada por Beatty de la siguiente manera (Sober 1997, p. S460):

I → [si P entonces Q]

$t_0 \quad t_1 \quad t_2$

en donde I es el conjunto de condiciones iniciales contingentes obtenidas en un tiempo determinado (t_0), que causa una generalización que es verdadera durante algún período temporal posterior (de t_1 a t_2). Debido a que la generalización es verdadera sólo a causa de que se obtuvo I, podríamos decir que la generalización es contingente. “Sin embargo”, continúa Sober, “hay *otra* generalización que sugiere este escenario, y dista de ser claro que *esta* generalización sea contingente. Esta generalización tendrá la siguiente forma lógica:

(L) Si I se obtiene en un tiempo, entonces la generalización [si P entonces Q] valdrá después”. (Sober 1997, p. S460.)

Podríamos decir, utilizando la terminología de Schaffner (1980, 1993), que este expediente permite “congelar” los accidentes “históricos” en “universalidad nómica”, aunque *a priori*.

Por último, basándose en los análisis realizados por Sober (1997) y tomando como ejemplo a la ley de Hardy-Weinberg, Elgin (2003) también ha sostenido en un artículo reciente la existencia de leyes biológicas *a priori*. Su argumentación consiste en mantener que

generalizaciones biológicas no-empíricas o a priori “figuran en explicaciones y predicciones en biología de un modo similar a como lo hacen las leyes físicas en explicaciones y predicciones en física” y que, mientras se suele acordar en el debate sobre las leyes de la naturaleza “que las leyes deben ser empíricas y universales”, “o bien tenemos que apearnos al requisito empírico y decir que tales generalizaciones biológicas a priori no son leyes de la naturaleza o bien tomamos tales generalizaciones biológicas a priori como evidencia de que el requisito empírico es demasiado fuerte. Yo favorezco lo último. Una de las implicaciones de abandonar este requisito es que la biología posee leyes” (p. 1381).

2. La noción de ley fundamental en la concepción estructuralista de las teorías

Apesar de los sucesivos y renovados esfuerzos realizados, todavía no disponemos de un concepto satisfactorio de ley científica, e.e. de un conjunto adecuado de condiciones necesarias y suficientes precisas como criterio para que un enunciado sea considerado una “ley”. Más aún, “[e]s probable que ningún conjunto tal de condiciones pueda ser alguna vez encontrado que apareciera como satisfactorio para todos, ya que la noción de ley es una noción fuertemente histórica, dependiente de la disciplina” (Balzer, Moulines & Sneed 1987, p. 19). Dentro de la tradición estructuralista, cuando se discuten los criterios para que un enunciado sea considerado como una ley fundamental de una teoría, se tiende a hablar más bien de “condiciones necesarias” (Stegmüller 1986), de “condiciones necesarias débiles” (Balzer, Moulines & Sneed 1987) o, mejor aún, sólo de “«síntomas», algunos incluso formalizables” (Moulines 1991).

En Stegmüller (1986), se mencionan dos criterios como condiciones necesarias para ser ley fundamental: 1) el carácter arracimado o sinóptico; y 2) que valga en todas las aplicaciones intencionales. El primero de los criterios, su carácter sinóptico, ha recibido distintas formulaciones, algunas más fuertes que otras. Así, se exige que en las leyes fundamentales ocurran “*todos los conceptos fundamentales* que caracterizan dicha teoría” (Moulines 1991, p. 234) o sólo “*varias de las magnitudes*” (Stegmüller 1986, p. 23), “*diversas funciones*” (Stegmüller 1986, p. 93), “*posiblemente muchos conceptos teóricos y no-teóricos*” (Stegmüller 1986, p. 386), “*casi todos*” (Balzer, Moulines & Sneed 1987, p. 19) o “*al menos dos*” (Stegmüller 1986, p. 151).

El segundo de los criterios para que un enunciado sea considerado como una ley fundamental recogido en Stegmüller (1986) de manera explícita, pero que de algún modo u otro se encuentra presente en toda la literatura estructuralista, “es la validez en *todas* las aplicaciones intencionales” (p. 93). Este criterio permitiría discriminar las leyes fundamentales de las leyes especiales, que, aunque sinópticas, sólo son válidas en algunas, pero no en todas, las aplicaciones de la teoría.

En Moulines (1991), se mencionan otros dos “síntomas” de las leyes fundamentales: 3) su papel sistematizador y 4) su carácter cuasi-vacuo. El carácter cuasi-vacuo (empíricamente) de las leyes fundamentales se refiere al hecho de que éstas son altamente abstractas, esquemáticas, lo suficientemente vacías y con ocurrencia esencial de términos *T*-teóricos como para resistir cualquier posible refutación, pero que, sin embargo, adquieren contenido empírico específico (y la posibilidad de ser contrastadas) a través de un proceso no-deductivo conocido con el nombre de “especialización”. Este carácter cuasi-vacuo de las leyes fundamentales ha seguramente contribuido a que algunos autores hayan dudado de su naturaleza empírica y hayan propuesto

considerarlas como “no-empíricas”, “analíticas”, “a priori”, “estipulaciones tautológicas”, “meras convenciones” o “meras definiciones” de al menos alguno de los términos *T*-teóricos que allí figuran. Moulines propone la denominación de “empíricamente irrestrictos” (1978/1982, p. 96) para este tipo de enunciados que, por un lado, son irrefutables o empíricamente vacuos, pero que, por otro lado, lo son en un sentido distinto a los ejemplos paradigmáticos de enunciados analíticos, tales como “Todos los solteros son no casados”. Estos enunciados son irrefutables o empíricamente vacuos, ya que su estructura es tal que, si no se consideran restricciones ulteriores, *cualquier* sistema empírico –formulado en el vocabulario no-teórico (anterior, previamente disponible o independiente) de la teoría– puede ser “extendido” o “completado” trivialmente –mediante la adición de los términos *T*-teóricos– hasta transformarse en un modelo (teórico) de la teoría en cuestión, satisfaciendo por tanto su(s) ley(es) fundamental(es). Son, además, distintos de los enunciados tradicionalmente considerados analíticos, pues si bien hay una relación estrecha entre los términos *T*-teóricos y las leyes fundamentales mediante los cuales son introducidos –a saber: que su extensión sólo puede ser determinada presuponiendo lógicamente la validez de dichas leyes–, éstas no “definen” en sentido estricto a los términos *T*-teóricos, ya que violan los criterios de eliminabilidad y no-creatividad que deben ser satisfechos por las definiciones.

Debido a este peculiar carácter de las leyes fundamentales, también se ha sugerido considerarlas como un tipo particular de enunciados “cuasi-analíticos” o “sintéticos a priori”. De manera reciente, Jaramillo (2004) y Falguera (2004) han vinculado el concepto estructuralista de ley fundamental con la noción de a priori relativizado. El primero menciona esa noción como estando presente en algunos de los epígonos de Kant, dentro de los que se podrían mencionar a Cassirer (1910), mientras que el segundo se refiere a la noción propuesta originariamente por Reichenbach (1920), retomada y desarrollada de modo más cercano por Friedman (1994, 2004) y aun mencionada por Kuhn (1993). Cassirer (1910), por un lado, teniendo presente la distinción kantiana entre principios a priori *constitutivos* y *regulativos*, propone reemplazar lo a priori constitutivo de Kant por un ideal puramente regulativo. Para Reichenbach (1920), por el otro, de acuerdo con el cual Kant utilizó la expresión “a priori” en dos sentidos muy distintos: “En primer lugar, significa ‘apodícticamente válido’, ‘válido para todo tiempo’, y, en segundo lugar, ‘constitutivo del concepto de objeto’” (p. 238), la gran enseñanza que se debe extraer de la teoría de la relatividad, aun cuando luego abandonara dicha posición debido fundamentalmente a la influencia de Moritz Schlick (Coffa 1991, cap. 10), es que mientras el primer significado debe ser abandonado el último debe ser retenido. Así Reichenbach rechaza la idea de juicios sintéticos a priori, en donde lo a priori es absolutamente fijo e irrevisible, incorporado de una vez y para siempre en nuestras capacidades cognitivas fundamentales, pero acepta una concepción relativizada y dinámica de éste, que cambia y se desarrolla junto con el desarrollo de los principios pertenecientes a las ciencias matemática y física mismas, manteniendo la función constitutiva característicamente kantiana de estructurar y enmarcar al conocimiento empírico natural mediante tales principios, tornándolo así posible.

El otro de los “síntomas” mencionados por Moulines, el papel sistematizador de las leyes fundamentales, podría entenderse como estableciendo que éstas posibilitan incluir dentro de una misma teoría diversas aplicaciones a distintos sistemas empíricos, al proveer una guía y un marco

conceptual para la formulación de las leyes especiales que se aplican a sistemas empíricos en particular. Merced entonces al proceso de “especialización”, que estructura a las teorías de un modo fuertemente jerárquico, y a la obtención de aplicaciones “exitosas”, se consiguen integrar los distintos sistemas empíricos bajo una misma conceptualización, en donde la(s) ley(es) fundamental(es) ocupan un lugar central. Pero en la medida en que las leyes fundamentales, por un lado, son cuasi-vacuas, afirmando que se dan ciertas relaciones entre sus componentes, pero dejando indeterminados a dichos componentes hasta que se llevan a cabo las correspondientes especializaciones, y que, por el otro, funcionan heurísticamente como guías o reglas para la formulación de leyes especiales progresivamente más restrictivas, parecen poseer en tanto principios “un valor *no constitutivo*, sino meramente *regulativo*” (Kant 1781/1787, A 180/B 223), y en ese sentido también encontrarse con la línea de pensamiento de Cassirer (1910). Al funcionar, entonces, regulativamente, las leyes fundamentales determinan en gran medida (algunas de) las acciones que llevan a cabo los científicos durante el desarrollo de su práctica. En particular, como habíamos señalado, la especialización, pero también otras tradicionalmente reconocidas por la filosofía de la ciencia, y estrechamente vinculadas con ella, tales como la contrastación de hipótesis y la explicación.

3. Aprioricidad de las leyes de la biología

Consideramos que el carácter no-empírico o a priori que parecen poseer (al menos algunas de) las leyes de la biología podría ser mejor concebido como “cuasi-vacuo” o “empíricamente irrestricto” en el sentido anteriormente señalado, en lugar de como “no-empírico”, compartiendo así sus leyes fundamentales dicha característica con leyes fundamentales de otras disciplinas científicas, tales como la física. De este modo, también consideramos que, en caso de querer continuar utilizando una terminología de larga tradición en la filosofía, es más adecuado concebirlas como enunciados “sintéticos a priori”, pero con el *a priori relativizado a las teorías* para las cuales las leyes en cuestión son fundamentales, en vez de como enunciados “analíticos” o “a priori” entendido como opuesto a empírico. El carácter de “no-empíricas” o “a priori” que creen percibir los autores allí mencionados parece deberse al hecho de que las consideran con independencia de su aspecto aplicativo, e.e. con independencia de la evaluación respecto de su adecuación empírica a los sistemas a los que se pretenden aplicar, suponiendo entonces que, en caso de que se satisfagan las condiciones o constricciones que establecen, se cumplirán en toda una serie de sistemas las relaciones que ellas formulan, pero sin determinar aún en cuál sistema empírico particular son efectivamente satisfechas: en la “teoría” o en el “modelo (matemático)” establecido “funcionan” bien, son “verdaderas”, “sólo” resta averiguar si (alguna parcela d)el “mundo” (y cuál) se comporta de acuerdo con ellas, e.e. si se aplican (y dónde) exitosamente. Además, no todas las leyes indicadas por ellos parecen poder ser vistas como las leyes fundamentales de las correspondientes teorías en las que figuran. Aquellas que no lo son deberían ser consideradas como leyes especiales y, así, no como “cuasi-vacuas” o “empíricamente irrestrictas” ni como “sintéticas a priori”. Sin embargo, aquí no profundizaremos en el examen de los ejemplos por ellos considerados. En su lugar, y por razones de espacio, sólo mencionaremos que la “ley de concordancia” explicitada en la reconstrucción estructuralista de la *genética* clásica¹ satisface las condiciones necesarias, necesarias “débiles” o “síntomas” de la noción de ley fundamental discutida en la sección anterior. La presencia de todos estos elementos

en la ley de coincidencia—que establece que, dados dos progenitores, con ciertas características y cierto número de genes y en donde se da cierta relación entre características y genes, que se cruzan y dan lugar a la descendencia, que posee ciertas características con cierto número de genes, y en donde se da cierta relación entre características y genes, tiene lugar cierta concordancia o coincidencia, ya sea exacta o aproximada) entre las distribuciones de las características (frecuencias relativas) y las distribuciones de genes postuladas teóricamente (probabilidades esperadas o teóricas), dadas determinadas relaciones entre genes y características— justifican entonces que ésta, como toda ley fundamental, sea considerada como “sintética *a priori*”, en el sentido *relativizado, constitutivo y regulativo* examinado más arriba.²

Por último, quisiéramos mencionar que la posibilidad de identificar leyes fundamentales en la biología no tiene, naturalmente, que limitarse a la genética clásica. Sin embargo, recién el análisis detallado de otras teorías biológicas podrá decidir si en ellas se presenta una situación análoga a la aquí mencionada.

Notas

¹ Balzer & Dawe (1990), Balzer & Lorenzano (1997) y Lorenzano (1995, 2000, 2002).

² Para un tratamiento más pormenorizado de esta ley, ver Lorenzano (2006).

Bibliografía

- Balzer, W. y C.M. Dawe (1990), *Models for Genetics*, München. Institut für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie.
- Balzer, W. y P. Lorenzano (2000), “The Logical Structure of Classical Genetics”, *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 31, 243-266.
- Balzer, W., Moulines, C.U. y J. Sneed (1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht: Reidel.
- Balzer, W., Moulines, C.U. y J. Sneed (eds.) (2000), *Structuralist Knowledge Representation. Paradigmatic Examples*, Amsterdam: Rodopi.
- Bartelborth, Th. (1988), *Eine logische Rekonstruktion der klassischen Elektrodynamik*, Frankfurt-am Main: Peter Lang.
- Beatty, J. (1995), “The Evolutionary Contingency Thesis”, en Wolters, G. y J. Lennox (eds.), *Theories and Rationality in the Biological Sciences, The Second Annual Pittsburgh/Konstanz Colloquium in the Philosophy of Science*, Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press, pp. 45-81.
- Brandon, R.N. (1978), “Adaptation and Evolutionary Theory”, *Studies in History and Philosophy of Science* 9, 181-206.
- Brandon, R.N. (1997), “Does Biology Have Laws? The Experimental Evidence”, *Philosophy of Science* 64 (Proceedings), S444-S457.
- Carrier, M. (1995), “Evolutionary Change and Lawlikeness. Beatty on Biological Generalizations”, en Wolters, G. y J. Lennox (eds.), *Theories and Rationality in the Biological Sciences, The Second Annual Pittsburgh/Konstanz Colloquium in the Philosophy of Science*, Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press, pp. 83-97.
- Cassirer, E. (1910), *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, Berlin: Bruno Cassirer
- Coffa, J.A. (1991), *The Semantic Tradition from Kant to Carnap. To the Vienna Station*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Diez, J.A. y P. Lorenzano (2002), “La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX”, en Diez, J.A. y P. Lorenzano (eds.), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*, Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas /Universidad Rovira i Virgili, pp. 13-78.
- Elgin, M. (2003), “Biology and A Priori Laws”, *Philosophy of Science* 70, 1380-1389.
- Falguera, J.L. (2004), “Leyes fundamentales, *a priori* relativizados y géneros”, conferencia presentada en el congreso 30 años de Estructuralismo: Resultados y Perspectivas/30 Years of Structuralism: Results and Perspectives, Xalapa, Veracruz-México.

- Friedman M., (1994), "Geometry, Convention, and the Relativized A Priori: Reichenbach, Schlick, and Carnap", en Salmon, W. y G. Wolters (eds.), *Logic, Language, and the Structure of Scientific Theories*, Pittsburgh and Konstanz: University of Pittsburgh Press/Universitätsverlag Konstanz, 21-334.
- Friedman M. (2004), "Carnap and the Evolution of the A Priori", en Awoodey, S. y K. Carstein (eds.), *Carnap Brought Home. The View from Jena*, Chicago and La Salle, Illinois: Open Court, pp. 101-116.
- Jaramillo, J.M. (2004), "Tópicos kantianos en la concepción estructuralista", conferencia presentada en el congreso 30 años de Estructuralismo: Resultados y Perspectivas/30 Years of Structuralism: Results and Perspectives, Xalapa, Veracruz-México.
- Kant, I. (1781/1787), *Kritik der reinen Vernunft*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1983.
- Kuhn, T.S. (1993), "Afterwords", en Horwich, P. (ed.), *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge, MA: M.I.T. Press, pp. 311-341.
- Lorenzano, P. (1995), *Geschichte und Struktur der klassischen Genetik*, Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Lorenzano, P. (2000), "Classical Genetics and the Theory-Net of Genetics", en Balzer, W., Moulines, C.U. y J. Sneed (eds.), *Structuralist Knowledge Representation: Paradigmatic Examples*, Amsterdam: Rodopi, pp. 251-284.
- Lorenzano, P. (2002), "La teoría del gen y la red teórica de la genética", en Díez, J.A. y P. Lorenzano (eds.), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*, Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas /Universidad Rovira i Virgili, pp. 285-330.
- Lorenzano, P. (2006), "Fundamental Laws and Laws of Biology", en Ernst, G. y K.-G. Niebergall (eds.), *Philosophie der Wissenschaft – Wissenschaft der Philosophie. Festschrift für C. Ulises Moulines zum 60. Geburtstag*, Paderborn: Mentis-Verlag, pp. 129-155.
- Moulines, C.U. (1978/1982), "Forma y función de los principios-guía en las teorías físicas", en *Exploraciones metacientíficas*, Madrid: Alianza, pp. 88-107 (primera publicación como "Cuantificadores Existenciales y Principios-Guía en las Teorías Físicas", *Crítica* 10 (1978): 59-88.)
- Moulines, C.U. (1991), *Pluralidad y recursión*, Madrid: Alianza.
- Munson, R. (1975), "Is Biology a Provincial Science?", *Philosophy of Science* 42, 428-447.
- Reichenbach, H. (1920), *Relativitätstheorie und Erkenntnis A Priori*, Berlin: Springer, 1920.
- Rosenberg, A. (1985), *The Structure of Biological Science*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruse, M. (1970), "Are there Laws in Biology?", *Australasian Journal of Philosophy* 48, 234-246.
- Schaffner, K.F. (1980), "Theory Structures in the Biomedical Sciences", *The Journal of Medicine and Philosophy* 5, 57-97.
- Schaffner, K.F. (1993), *Discovery and Explanations in Biology and Medicine*, Chicago and London: University of Chicago Press.
- Smart, J.J.C. (1963), *Philosophy and Scientific Realism*, London: Routledge and Kegan Paul.
- Sneed, J.D. (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht: Reidel, 2ª ed. revisada 1979.
- Sober, E. (1984), *The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Sober, E. (1993), *Philosophy of Biology*, Boulder: Westview Press.
- Sober, E. (1997), "Two Outbreaks of Lawlessness in Recent Philosophy of Biology", *Philosophy of Science* 64 (Proceedings), S458-S467.
- Stegmüller, W. (1986), *Theorie und Erfahrung, Band II*, Berlin/Heidelberg/New York: Springer.