

# SOBRE LAS LEYES EN LA BIOLOGIA

Pablo Lorenzano\*

## RESUMEN

El objetivo de la presente comunicación es el de contribuir a la discusión acerca de la existencia de leyes en biología. Para ello se reconstruye en primer término la argumentación de J.J.C. Smart en contra de su existencia y la discusión que de ella hacen M. Ruse y R. Munson. El examen de esta controversia pone de manifiesto que, a pesar de las diferencias existentes entre el primero de estos autores y los dos restantes en relación con el problema de las leyes en biología, los tres comparten el supuesto según el cual en caso de haber leyes (en sentido estricto o fundamentales) en la genética, éstas deberían ser alguna de las llamadas "leyes de Mendel". En la presente comunicación, y a partir de una revisión del concepto metacientífico de ley fundamental, el anterior supuesto es cuestionado, proponiéndose un análisis alternativo, basado en una reconstrucción estructuralista de la teoría genética.

**Palabras clave:** Ley Científica; Ley Fundamental; Física; Biología; Genética; Smart; Ruse; Munson; Leyes de Mendel; Reconstrucción Racional; Estructuralismo; Axioma de Coincidencia.

## ON THE LAWS IN BIOLOGY

The aim of the present communication is to contribute to the discussion about the existence of laws in biology. In order of it the argumentation of J.J.C. Smart against their existence and the discussion of it made by M. Ruse and R. Munson are first reconstructed. The examination of this controversy shows that, despite of the differences between the first of the authors mentioned and the other two in relation to the problem of laws in biology, the three share the assumption according to which in the case that there are laws (in strict sense or fundamental) in genetics, they must be some of the so-called "Mendel's laws". In the present communication, and from a revision of the metascientific concept of fundamental law, the above assumption is questioned, proposing an alternative analysis, based on a structuralist reconstruction of genetics.

**Key Words:** Scientific Law; Fundamental Law; Physics; Biology; Genetics; Smart; Ruse; Munson; Mendel's Laws; Rational Reconstruction; Structuralism; Axiom of Coincidence.

---

\* Universidad Nacional de Quilmes//CONICET. E-mail: pablol@unq.edu.ar

## INTRODUCCION

El objetivo de la presente comunicación es el de contribuir a la discusión acerca de la existencia de leyes en biología. Para ello se reconstruye en primer término la argumentación de J.J.C. Smart en contra de su existencia y la discusión que de ella hacen M. Ruse y R. Munson. El examen de esta controversia pone de manifiesto que, a pesar de las diferencias existentes entre el primero de estos autores y los dos restantes en relación con el problema de las leyes en biología, los tres comparten el supuesto según el cual en caso de haber leyes (en sentido estricto o fundamentales) en la genética, éstas deberían ser alguna de las llamadas "leyes de Mendel". En la presente comunicación, y a partir de una revisión del concepto metacientífico de ley fundamental, el anterior supuesto es cuestionado, proponiéndose un análisis alternativo, basado en una reconstrucción estructuralista de la teoría genética.

### SMART EN CONTRA DE LA EXISTENCIA DE LEYES EN BIOLOGIA

El crítico más persistente a la existencia de leyes en biología es J.J.C. Smart.<sup>1</sup> Su argumentación consta de los siguientes pasos. Primero, da una caracterización de un concepto que él denomina "ley en sentido estricto", que se asume como aplicable a las leyes de la física y la química. Luego, analiza lo que habitualmente es presentado en biología como ejemplos de leyes en función de si poseen las mismas características que las leyes de las disciplinas anteriormente mencionadas. Por último, concluye que en biología no hay leyes ("en sentido estricto"), sino, a lo sumo, generalizaciones, debido a que los ejemplos por él investigados de supuestas leyes biológicas no comparten tales características.

Pero veamos este argumento con mayor detalle. Comenzaremos por la caracterización que Smart proporciona del concepto de *ley en sentido estricto*, que se corresponde con la elucidación clásica del concepto de *ley fundamental*.<sup>2</sup> Al respecto, Smart escribe:

La física y la química tienen sus *leyes*. (...) Estas leyes son universales en tanto se supone que se aplican en todo espacio y tiempo, y que pueden ser expresadas en perfectos términos generales sin hacer uso de nombres propios o de una referencia tácita a nombres propios. Tales leyes las llamo "leyes en sentido estricto".<sup>3</sup>

Para Smart, entonces, un enunciado es una *ley en sentido estricto* si y sólo si satisface las siguientes condiciones:

1. tiene forma universal;
2. su alcance es ilimitado;
3. no hace referencia explícita o implícita a objetos particulares;
4. contiene únicamente términos generales.

La primera de las condiciones establece la forma lógica de las leyes: o bien ellas mismas son enunciados universales (enunciados generales que sólo contienen cuantificadores universales), por ejemplo del tipo  $(x)(Fx \rightarrow Gx)$ , o bien, haciendo referencia a equivalencias lógicas, se considera, en una primera posibilidad, que las leyes deben ser enunciados lógicamente equivalentes con un enunciado universal o, en una segunda posibilidad, que todos los enunciados lógicamente equivalentes con ellas deben ser universales.

La segunda de las condiciones establece que las leyes se aplican en todo tiempo y espacio, lo cual estaría asegurado en caso de que el universo de discurso, i.e. el dominio de objetos cubiertos por los cuantificadores (el rango de las variables individuales), consistiera en todos los objetos físicos del universo o de todas las localizaciones espacio-temporales.

La tercera de las condiciones, que establece que las leyes no hacen referencia explícita o implícita a objetos particulares, prohíbe el uso de nombres propios o de una referencia tácita a nombres propios.

La última de las condiciones permite en las leyes sólo la utilización de predicados puramente universales en carácter,<sup>4</sup> también llamados por Hempel puramente cualitativos,<sup>5</sup> que no refieren a ningún objeto particular ni a ninguna localización espacio-temporal.

Para averiguar si en la biología hay enunciados que cumplan los cuatro requisitos arriba mencionados y puedan, entonces, ser llamados “leyes en sentido estricto (o fundamentales)”, Smart propone ver lo que habitualmente es presentado en biología como ejemplos de leyes, tales como las denominadas “leyes de Mendel”. Nos propone que primero consideremos la siguiente proposición que, dice, es una proposición que obviamente pertenece a la historia natural: los ratones albinos siempre se reproducen puros. De esta proposición afirma que, si bien es general en el sentido del lógico, no es una ley en sentido estricto, pues conlleva la referencia implícita a una entidad particular, a saber: la Tierra, ya que el término “ratones” denota una especie de animales determinada, cuya definición requiere la referencia a nuestro planeta. Aun cuando -continúa Smart- redefinamos el término “ratón” sin hacer referencia a la Tierra, sino mediante una serie de propiedades  $A_1, A_2, \dots, A_n$  sólo poseídas por ratones entre los animales de este planeta, es muy probable que la proposición de que todos los que posean las propiedades  $A_1, A_2, \dots, A_n$  y sean albinos también se reproduzcan puros sea falsa. En algún planeta perteneciente a una estrella remota podría haber una especie de animales con las propiedades  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , que sean albinos, pero que no se reproduzcan puros. En dicho caso, tal proposición ya no sería universalmente verdadera y, por lo tanto, no tendría un alcance ilimitado; de lo cual concluiríamos que no nos encontramos ante una ley en sentido estricto o fundamental.

Pasando a examinar el caso de las leyes de la genética, Smart nos dice:

Considérese, en contraposición, una aparente ley universal, tal como la de la segregación mendeliana. Ni siquiera las poblaciones terrestres segregan perfectamente de acuerdo con el principio mendeliano, por una multitud de razones, de las cuales la más importante es el fenómeno de entrecruzamiento. Incluso si tratamos de proteger nuestra ley añadiendo cláusulas tales como “si no hay entrecruzamiento”, seguramente nos veríamos capturados por algún extraño método de reproducción obtenido en otras esferas. Por supuesto habría buenas razones para esperar que la vida en otros mundos tenga una constitución química similar a la vida en el nuestro. Quizás podamos esperar que en todos los casos comenzó con la creación de aminoácidos y la combinación de éstos en moléculas más grandes. Sin embargo, sería especular demasiado afirmar que las cosas siempre han ocurrido en otros planetas como lo han hecho aquí, y que, por ejemplo, los códigos genéticos están inscritos necesariamente en las moléculas de ácido nucleico, como es el caso aquí. Quizás sí, quizás no. En cualquier caso, estamos hablando a nivel bioquímico.<sup>6</sup>

Este párrafo que Smart le dedica a la llamada “ley de la segregación mendeliana”, supuesta ley fundamental de la genética, y que mostraría que ésta no es una ley en sentido estricto, a diferencia de las leyes existentes en la química y en la física, contribuiría -conjuntamente con el otro ejemplo considerado- a sustentar la conclusión según la cual la biología como disciplina carece de leyes en sentido estricto o fundamentales y que lo que allí podemos encontrar es, a lo sumo, generalizaciones.

### **RUSE Y MUNSON EN CONTRA DEL ANALISIS DE SMART**

Una estrategia posible en contra de tal argumentación consiste en cuestionar el análisis que Smart realiza de los ejemplos seleccionados. Este camino es seguido, por ejemplo, por Ruse (1970) y Munson (1975). Ambos señalan que el enunciado “los ratones albinos siempre se reproducen puros” no constituye de ninguna manera algo que pudiera presentar algún biólogo o genetista como ley, en sentido estricto o fundamental.

Según Ruse, tal enunciado, en caso de ser considerado como una ley, habría de serlo, más bien, como una ley derivada, obtenida a partir de las leyes fundamentales “los genes albinos son recesivos” y la ley de la segregación de Mendel, ninguna de las cuales hace referencia, explícita o implícita, a la Tierra; por otro lado, Ruse añade que ninguna definición de un grupo de organismos (especie) necesita hacer referencia, ni siquiera implícitamente, a la Tierra, y que en la práctica ninguna definición haría tal referencia.<sup>7</sup>

Para Munson, por su parte, el error que comete Smart al considerar el enunciado “los ratones albinos siempre se reproducen puros” es el de confundir una instancia de ley con la ley misma: tal enunciado es en realidad una instancia del

principio mendeliano que afirma que “todo organismo diploide, homocigótico con relación a un carácter recesivo, se reproduce puro”, en cuya formulación no se hace referencia, explícita o implícita, a ninguna especie o gen particular, y que no sólo es lógicamente general, sino también irrestricto espacio-temporalmente.<sup>8</sup>

En cuanto a la crítica de Smart a la supuesta ley fundamental de la genética, la ley de la segregación de Mendel, ya vimos que tanto para Ruse como para Munson dicha ley es universal en su forma, no hace referencia explícita o implícita a objetos particulares (como ser la Tierra), es irrestricta espacio-temporalmente y no contiene otros términos que no sean generales, es decir, satisface todos los requisitos que, según Smart, debe de satisfacer un enunciado para ser denominado “ley en sentido estricto”. Sin embargo, hay otro aspecto de la argumentación de Smart en contra de considerar a la ley de la segregación como una ley en sentido estricto, y que consiste en el señalamiento de la existencia de excepciones a tal ley, debido fundamentalmente al fenómeno conocido como “entrecruzamiento” (*crossing-over*).

Esta crítica es nuevamente respondida por Ruse, quien afirma que la ley de la segregación no es la ley que requiere ser modificada debido a la existencia de excepciones, sino otra de las leyes atribuidas a Mendel, a saber: la ley de la transmisión independiente, y esto debido no al entrecruzamiento, sino debido a otro fenómeno conocido como “enlace” (*linkage*). Por otra parte, Ruse señala que si bien es cierto que habría excepciones a la ley de la segregación, particularmente debidas a la existencia de genes extra-cromosómicos, estas excepciones formarían una proporción muy pequeña de la totalidad de los casos analizados por la genética, de todos modos no mayor que la que uno encuentra en la mayoría de las leyes físicas.<sup>9</sup>

## SOBRE EL CONCEPTO DE LEY FUNDAMENTAL

Con este último señalamiento, ingresamos en la segunda de las estrategias en contra de la argumentación de Smart, la cual consiste en cuestionar el concepto mismo de ley en sentido estricto o fundamental. Lo que ahora se pone en tela de juicio es que las características señaladas por Smart constituyan efectivamente una definición de dicho concepto, es decir, que proporcionen condiciones necesarias y suficientes para la aplicación del concepto en cuestión. Esto significa cuestionar, en realidad, la elucidación clásica del concepto de ley fundamental.

De las cuatro condiciones mencionadas por Smart, nosotros sólo nos ocuparemos de la segunda de ellas, a saber: aquella que afirma el alcance ilimitado de las leyes fundamentales.

Según ella, las leyes fundamentales se aplican en todo tiempo y espacio, siendo su universo de discurso la totalidad del universo y del espacio-tiempo. Dicho universo de discurso sería algo así como “una gran aplicación”, a su vez “cósmica” omniabarcadora. Esta “aplicación cósmica” constituye un modelo único o “cósmico”.<sup>10</sup>

Pero si bien las leyes fundamentales de algunas teorías cosmológicas sólo son aplicables al modelo cósmico, al igual que también lo serían, en caso de existir, las de la “gran teoría unificada” (GUT), esta situación no es la habitual. Las leyes de la física normalmente se aplican a sistemas físicos parciales y bien delimitados, y no al modelo cósmico. Este aspecto, sobre el cual las actuales concepciones semánticas o modelo-teóricas hacen especial hincapié, ya había sido subrayado por Toulmin en 1953:

Cualquier rama de la física, y especialmente cualquier teoría o ley determinada, tiene sólo un alcance limitado; es decir, sólo un rango limitado de fenómenos puede ser explicado utilizando esa teoría, y gran parte de lo que un físico debe aprender en el curso de su entrenamiento está conectado con los alcances de diferentes teorías y leyes.<sup>11</sup>

De este modo, aquello que Smart criticaba de los enunciados legales de la biología (el tener un alcance limitado en vez de ilimitado) es algo que dichos enunciados comparten con la mayoría de las leyes de la física y, por lo tanto, no deberían ser denostados por ello.

Por otra parte, las demás condiciones señaladas por Smart para caracterizar una ley fundamental tampoco han dejado de padecer la eficaz crítica filosófica, a tal punto de poder afirmar que, a pesar de los sucesivos y renovados esfuerzos realizados en ese sentido, todavía no disponemos de un concepto satisfactorio de ley científica.<sup>12</sup> Pero, “si bien no podemos indicar condiciones necesarias y suficientes para determinar que un enunciado es una ley fundamental, es posible, en cambio, señalar ciertos ‘síntomas’, algunos incluso formalizables”.<sup>13</sup> Algunos de dichos síntomas serían, por ejemplo, el carácter sistematizador y/o cuasi-vacuo (empíricamente) de las leyes fundamentales y su carácter “sinóptico”.

En relación con el primero de ellos, podría decirse que las leyes fundamentales son enunciados, lo suficientemente esquemáticos y generales para poseer cierto aire analítico, que la comunidad científica respectiva acepta como válidos en todas y cada una de las aplicaciones de la teoría y cuyo rol primario es el de guiar el proceso de especialización, es decir, el de proveer un marco conceptual para la formulación de otras leyes (las denominadas “especiales”) que poseen un ámbito de aplicación más restringido.

En cuanto al segundo de ellos, su carácter “sinóptico”, consistiría en que cualquier formulación correcta de la ley debería conectar todos los términos fundamentales de la teoría en una sola “gran” fórmula. Este rasgo, sin embargo, no parece ser poseído por todos los candidatos plausibles a leyes fundamentales (por ejemplo, por las leyes fundamentales de la mecánica del continuo y de la electrodinámica),<sup>14</sup> aunque sí por una gran clase de leyes fundamentales detectadas hasta ahora.<sup>15</sup>

## LA LEY FUNDAMENTAL DE LA GENÉTICA

Teniendo en cuenta lo señalado en el punto anterior sobre las leyes fundamentales, me gustaría señalar un punto en el que discrepo tanto con Smart como con sus detractores, Ruse y Munson. Los tres autores aludidos consideran que, en caso de existir algún enunciado en la genética que pudiera ser considerada como una “ley en sentido estricto” o “ley fundamental”, éste debería ser encontrado entre las denominadas “leyes de Mendel”. Independientemente de la cuestionable atribución a Mendel de la formulación de las leyes posteriormente bautizadas con su nombre,<sup>16</sup> no concuerdo en que éste sea el caso. Ninguna de ellas, ni la ley de la segregación ni la ley de la transmisión independiente, son lo suficientemente esquemáticas y generales, de forma tal no sólo de conectar todos, o casi todos, los términos de la teoría sino de ser aceptada por la comunidad científica respectiva, la de los genetistas, como válidas en todas las aplicaciones de la teoría y como proporcionando un marco conceptual que permita formular todas las leyes especiales de la genética. Estas leyes, por lo tanto, no pueden ser consideradas como leyes fundamentales de la genética. Y lo que parecería aún peor para aquellos que suponen que la genética posee al menos alguna ley fundamental, hasta ahora los genetistas no han formulado tal ley, es decir, en la literatura de la genética ella no puede ser “observada”.<sup>17</sup>

Sin embargo, por otra parte, la reconstrucción de la genética clásica realizada dentro del marco de una de las concepciones semánticas o modelo-teóricas, la concepción estructuralista de las teorías,<sup>18</sup> sugiere la existencia de una ley fundamental de la genética, basándose en razones sistemáticas. En tal reconstrucción se ha identificado el “axioma de coincidencia” como una ley que conecta todos los términos de la teoría en una “gran” fórmula y que, siendo aceptada como válida en todas las aplicaciones de la teoría, provee un marco para la formulación de diferentes leyes especiales, entre otras las denominadas “leyes de Mendel”.

La ley fundamental de la genética propuesta en dicha reconstrucción establece que, para toda cruce, las distribuciones de probabilidad de los genotipos en la descendencia deberían coincidir con las frecuencias relativas de los fenotipos observadas en ella. Dicha coincidencia sería *idealmente* exacta, en el caso en que no se consideren los rasgos de aproximación que la genética contiene al igual que prácticamente todas las teorías empíricas, o bien sólo *aproximada*, de forma tal que, de acuerdo a algún procedimiento estadístico, por ejemplo, las distancias entre los coeficientes que representan una distribución teórica y los de las frecuencias relativas no rebasen una *e* dada.

Esta ley conecta de un modo inseparable los términos más importantes de la genética. Esta característica puramente sintáctica la distingue como una ley sinóptica, de hecho, *la* ley sinóptica de la genética, ya que se asume se aplica a todos los modelos de la genética y que, por lo tanto, debiera ser vista como su *ley fundamental*.

Lo que históricamente ha ocurrido es que se introdujeron distintas leyes genéticas específicas, sólo válidas en algunas aplicaciones de la teoría. Pero que, con cierta perspectiva, pueden ser consideradas como especializaciones de la ley fundamental de la genética, postulada en base a razones puramente sistemáticas y sin evidencia textual directa.

Como una objeción en contra de tomar al axioma de coincidencia como una ley fundamental pudiera señalarse su trivialidad. El axioma de coincidencia posee poco contenido empírico. Si la frecuencia relativa de los fenotipos se determina empíricamente y la distribución de los genotipos se postula hipotéticamente, el axioma de coincidencia permite afirmar que los coeficientes en la distribución de fenotipos y de genotipos en la descendencia son (aproximadamente) iguales. Chequear esto es una tarea de lápiz y papel y no involucra ningún tipo de trabajo empírico. La objeción, entonces, radica en sostener que tales “leyes” vacías deberían ser descartadas como candidatas a ser consideradas leyes fundamentales, y que, por lo tanto, el axioma de coincidencia no puede ser tomado como la ley fundamental de la genética. Esta consideración explicaría tanto porqué los genetistas no han considerado a tal axioma como una ley fundamental, como la falta de tal ley en la literatura genética.<sup>19</sup> Pero esta resistencia -según vimos en el apartado anterior- es infundada, y resulta de una concepción equivocada del rol que juegan las leyes fundamentales en la ciencia. Diversos ejemplos de la física y la economía<sup>20</sup> han mostrado que el rol primario de estas leyes es el de proveer un marco conceptual dentro del cual puedan formularse leyes empíricas no triviales, llamadas “especiales”. Las leyes fundamentales no expresan, en primer término, conexiones empíricas, sino que poseen, antes bien, cierto aire analítico. Esto es verdad tanto de la segunda ley de Newton en la mecánica como del supuesto de la maximización de la utilidad en la economía. El axioma de coincidencia de la genética posee exactamente el mismo estatus. Las distribuciones teóricas de los genotipos se conectan con las otras nociones más accesibles empíricamente, mediante una función que va de unas a otras, proveyendo un marco en el cual pueden ser formuladas posteriores especializaciones concernientes tanto al número y tipo de genotipos involucrados como modo en que éstos se distribuyen en la descendencia. En este sentido, el axioma de coincidencia se encuentra en buena compañía de otras leyes fundamentales, establecidas y aceptadas.

De este modo, en contra de lo afirmado por Smart, podríamos decir que hay al menos una ley fundamental en biología; sin embargo, dicha ley no es como lo creían Ruse y Munson alguna de las llamadas “leyes de Mendel”, en particular la ley de la segregación, sino el axioma de coincidencia, recién establecido como tal a partir de una reconstrucción racional de la genética, realizada en el marco de la concepción estructuralista de las teorías. Por otro lado, consideramos que la posibilidad de identificar leyes fundamentales en el sentido arriba señalado no tiene porqué limitarse a esta teoría. Sin embargo, recién el análisis detallado de otras teorías biológicas podrá decidir si en ellas se presenta una situación análoga.<sup>21</sup>

## BIBLIOGRAFIA

- BALZER, W. e DAWE, C. M. *Models for Genetics*. München: Institut für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie, 1990.
- BALZER, W. e LORENZANO, P. *The Structure of Classical Genetics*, 1997.
- BALZER, W., MOULINES, C. U. e SNEED, J. An Architectonic for Science. *The Structuralist Program*, Dordrecht: Reidel, 1987.
- BARTELBORTH, Th. *Eine logische Rekonstruktion der klassischen Elektrodynamik*. Frankfurt am Main: Peter Lang, 1988.
- BEATTY, J. What's Wrong with the Received View of Evolutionary Theory? En: Asquith, P. D. e R. N. Giere (eds.), *PSA 1980*, East Lansing, Michigan: Philosophy of Science Association, v. 2, p. 397-426, 1981.
- BEATTY, J. The Evolutionary Contingency Thesis. En: Wolters, G. e J. Lennox (eds.), *Theories and Rationality in the Biological Sciences, The Second Annual Pittsburgh/Konstanz Coloquim in the Philosophy of Science*, Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press, p. 45-81, 1995.
- CADEVALL i SOLER, M. *La estructura de la teoría de la evolución*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1988.
- CARRIER, M. Evolutionary Change and Lawlikeness. Beatty on Biological Generalizations. En: Wolters, G. e J. Lennox (eds.), *Theories and Rationality in the Biological Sciences, The Second Annual Pittsburgh/Konstanz Coloquim in the Philosophy of Science*, Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press, p. 83-97, 1995.
- CARTWRIGHT, N. *How the Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon Press, 1983.
- DARDEN, L. Essay Review. Generalizations in Biology. Kenneth F. Schaffner, *Discovery and Explanations in Biology and Medicine* (University of Chicago Press). *Studies in History and Philosophy of Science*, n. 27, p. 409-419, 1996.
- ERESHEFSKY, M. The Semantic Approach to the Structure of Population Genetics. *Biology and Philosophy*, n. 6, p. 59-80, 1991.
- FODOR, J. Special Sciences (or: the Disunity of Science as a Working Hypothesis). *Synthese*, n. 28, p. 97-116, 1974.
- FODOR, J. Hedged Laws and Psychological Explanations. *Mind*, n. 100, p. 19-33, 1991.
- GIERE, R. N. The Skeptical Perspective: Science without Laws of Nature. En: Weinert, F. (ed.), *Laws of Nature. Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*. Berlin: de Gruyter, p. 120-138, 1995.
- HEMPEL, C. G. e OPPENHEIM, P. Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of Science* 15, p. 135-175; reimpresso en Hempel, C. G., *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, New York: The Free Press, 1965, p. 245-290, 1948.
- HEMPEL, C. G. Provisos: A Problem Concerning the Inferential Function of Scientific Theories. En: Grünbaum, A. e W. C. Salmon (eds.), *The Limitations of Deductivism*. Berkeley: University of California Press, p. 19-36, 1988.
- HULL, D. *Philosophy of Biological Science*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1974.
- KITCHER, P. 1953 and All That: A Tale of Two Sciences. *The Philosophical Review*, n. 93, p. 335-373, 1984.
- KITCHER, P. Explanatory Unification and the Causal Structure of the World. En: Kitcher, P. e W. C. Salmon (eds.), *Scientific Explanation*. Minnesota Studies in the Philosophy of Science, tomo 13, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1989.
- LEWONTIN, R. C. *The Genetic Basis of Evolutionary Change*. New York: Columbia University Press, 1974.

- LLOYD, E. *The Structure and Confirmation of Evolutionary Theory*. New York: Greenwood Press, 1988.
- LORENZANO, P. *Geschichte und Struktur der klassischen Genetik*. Frankfurt am Main: Peter Lang, 1995.
- LORENZANO, P. Classical Genetics and the Theory-Net of Genetics. Ponencia en el encuentro *Paradigmatic Reconstructions of Scientific Theories*. Institut für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie, Ludwig-Maximilians-Universität München, 1997a.
- LORENZANO, P. Hacia una nueva interpretación de la obra de Mendel. En: Ahumada, J. e P. Morey (eds.). *Selección de trabajos de las VII Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia*, Córdoba: Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, p. 220-231, 1997b.
- LORENZANO, P. Hacia una reconstrucción de la genética clásica y de sus relaciones con el mendelismo, *Episteme*, n. 3, p. 89-117, 1998.
- MITCHELL, S. D. Pragmatic Laws. *Philosophy of Science (Proceedings)*, n. 64, p. S468-S479, 1997.
- MORGAN, T. H. What are Factors in Mendelian Inheritance?. *American Breeders' Association Report*, n. 6, p. 365-368, 1909.
- MOSTERÍN, J. *Conceptos y teorías en la ciencia*. Madrid: Alianza, 2. ed. (1987), 1984.
- MUNSON, R. Is Biology a Provincial Science?. *Philosophy of Science*, n. 42, p. 428-447, 1975.
- POPPER, K. *Logik der Forschung*. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1989, 9. ed. corregida, 1935.
- ROSENBERG, A. *The Structure of Biological Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- RUSE, M. Are there Laws in Biology? *Australasian Journal of Philosophy*, n. 48, p. 234-246, 1970.
- RUSE, M. *Philosophy of Biology*. London: Hutchinson University Library, 1973.
- SALMON, W. C. Four Decades of Scientific Explanation. En: Kitcher, P. y W.C. Salmon (eds.), *Scientific Explanation*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, v. 13, Minneapolis: University of Minnesota Press, p. 3-219, 1989.
- SCHAFFNER, K. F. *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.
- SCHAFFNER, K. F. Comments on Beatty. En: Wolters, G. e 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, p. 99-106, 1995.
- SINTONEN, M. How Evolutionary Theory Faces the Reality. *Synthese*, n. 89, p. 163-183, 1991.
- SMART, J. J. C. *Philosophy and Scientific Realism*. London: Routledge and Kegan Paul, Chapter III: Physics and Biology (la primera parte está constituida básicamente por Smart, J. J. C., 1959, "Can Biology be an Exact Science?", *Synthese*, n. 2, p. 1-12), 1963.
- SOBER, E. *The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1984.
- STEGMÜLLER, W. *La concepción estructuralista de las teorías*. Madrid: Alianza, 1981.
- STEGMÜLLER, W. *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Band I, Erklärung, Begründung, Kausalität, Berlin-Heidelberg-New York-Tokio: Springer, 2. ed. corregida y aumentada, 1983.
- THOMPSON, P. *The Structure of Biological Theories*. Albany, N. Y.: State University of New York Press, 1989.
- TOULMIN, S. *The Philosophy of Science: An Introduction*. London: Hutchinson, 1953.
- VAN FRAASSEN, B. *Laws and Symmetry*. Oxford: Clarendon Press/Oxford University Press, 1989.

- VAN FRAASSEN, B. Armstrong, Cartwright, and Earman on *Laws and Symmetry*". *Philosophy and Phenomenological Research*, v. LIII, n. 2, p. 431-444, 1993.
- WATERS, C. K. Causal Regularities in the Biological World of Contingent Distributions. *Biology and Philosophy*, n. 13, p. 5-36, 1998.
- WEINERT, F. (ed.) *Laws of Nature. Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*. Berlin: de Gruyter, 1995.
- WILLIAMS, M. B. Deducing the Consequences of Evolution: A Mathematical Model. *Journal of Theoretical Biology*, n. 29, p. 343-385, 1970.

## NOTAS

- 1 Otro argumento en contra de la existencia de leyes en biología, muy discutido en los últimos tiempos, está basado en la llamada "tesis de la contingencia evolutiva" y presupone un análisis del concepto de ley en términos de necesidad nómica o natural. Debido a razones de espacio, aquí nos limitaremos a discutir el argumento proporcionado por Smart, sin considerar ni el análisis modal del concepto de ley ni el argumento en contra de la existencia de leyes en biología que presupone dicho análisis. Para éste último, remito al lector a Beatty (1981, 1995), Carrier (1995), Mitchell (1997), Schaffner (1995), Sober (1997), Waters (1998).
- 2 Cf., por ejemplo, Hempel & Oppenheim (1948).
- 3 Smart (1963), p. 53. La traducción de ésta y de todas las citas que aparecen en el texto me pertenecen.
- 4 Según la terminología de Popper (1935), secciones 14 y 15.
- 5 Hempel & Oppenheim (1948), p. 269.
- 6 Smart (1963), p. 55-56.
- 7 Ruse (1970), p. 246. Según este autor, la conocida como "ley de la segregación de Mendel" establece que cuando dos organismos se cruzan, cada uno contribuye a la descendencia con sólo uno de los genes del par presente en cada locus particular, y que, considerado con respecto a ese locus solamente, la probabilidad de que sea transmitido a la descendencia uno u otro de los genes del par es exactamente la misma.
- 8 Munson (1975), p. 445.
- 9 Ruse (1970), p. 243-244.
- 10 Stegmüller (1981), p. 23, Mosterín (1984), p. 165.
- 11 Toulmin (1953), p. 31.
- 12 Cf. Stegmüller (1983) y Salmon (1989) para un análisis de las dificultades con las que se enfrenta la elucidación clásica del concepto de ley científica, Hempel (1988) para una propuesta de modificación de dicho análisis, Weinert (1995) para un análisis relativamente actual del problema de la naturaleza de las leyes, y Cartwright (1983), van Fraassen (1989, 1993) y Giere (1995) para las posiciones más radicales y escépticas relativas a la noción de ley.
- 13 Moulines (1992), p. 233.
- 14 Bartelborth (1988).
- 15 Las expresiones "ley en sentido estricto" o "ley fundamental" y "ley especial" no se utilizan aquí en el sentido de Fodor (1974, 1991), como refiriéndose a leyes pertenecientes a distintos tipos de ciencias, fundamental o básica las primeras y especiales la segunda, sino en el sentido de la concepción estructuralista, es decir, como denotando distintos tipos de leyes de una y la misma teoría. Cf. Balzer *et al.* (1987) para una presentación completa de esta concepción metateórica.
- 16 Cf. Lorenzano (1995, 1997b, 1998).
- 17 Sobre esto acuerdan autores tales como Kitcher (1984) y Darden (1996).

- 18 Balzer & Dawe (1990), Balzer & Lorenzano (1997), Lorenzano (1995, 1997a, 1998).
- 19 Por ejemplo, Thomas Hunt Morgan argumentó en 1909 que la teoría genética desarrollada por Bateson y conocida con el nombre de “mendelismo” no era más que un constructo lógico, una conceptualización que trataba con símbolos formales que no tenían ninguna base en la realidad. Él escribió: “En la interpretación moderna del mendelismo, los hechos son transformados en factores a un ritmo cada vez más rápido. Si un factor no bastará para explicar los hechos, entonces dos factores serán invocados; si dos se han probado insuficientes, entonces tres actuarán a veces. Esta prestidigitación superior, a veces necesaria para dar cuenta de los resultados, que quedan a menudo tan excelentemente ‘explicados’ gracias a que la explicación fue inventada para explicarlos y, entonces, ¡presto!, explican los hechos por los mismos factores que inventamos para dar cuenta de ellos.” Ver Morgan (1909), p. 365.
- 20 Para la mecánica clásica de partículas y la teoría general del equilibrio, ver Balzer et al. (1987).
- 21 Para el caso de la genética de poblaciones y la teoría de la evolución por selección natural podrían tomarse como punto de partida los intentos de clarificación de la estructura de dichas teorías realizados, entre otros, en Beatty (1981), Cadevall i Soler (1988), Ereshefsky (1991), Hull (1974), Kitcher (1989), Lewontin (1974), Lloyd (1988), Rosenberg (1985), Ruse (1973), Schaffner (1993), Sintonen (1991), Sober (1984), Thompson (1989), Williams (1970).