

Sobre la unidad de las ciencias biológicas

Pablo Lorenzano
Centro de Estudios e Investigación,
Universidad Nacional de Quilmes

INTRODUCCIÓN

La unidad de la ciencia fue una de las tesis fundamentales de la filosofía de la ciencia que surgió del Círculo de Viena, es decir, el empirismo lógico. Tal tesis, entendida como programa, fue desarrollada a través de sucesivos artículos, encuentros y congresos, fundamentalmente por Otto Neurath y Rudolf Carnap, dando lugar inclusive al proyecto más ambicioso de dicha corriente epistemológica: la *International Encyclopedia of Unified Science*. Esta tesis fue comprendida y discutida como referente a la unidad del lenguaje científico, a la unidad de los objetos de la ciencia, a la unidad del método en la ciencia, a la unidad de las leyes científicas, a la unidad de la estructura de diferentes teorías científicas y a la unidad obtenida mediante el establecimiento de conexiones inter-teóricas y/o interdisciplinarias.

El objetivo de esta comunicación es examinar, a la luz de algunos trabajos recientes en filosofía general de la ciencia y filosofía especial de la biología, las distintas formas que asume la tesis de la unidad de la ciencia, con el fin de poder determinar en qué sentido puede hablarse de una unidad de las ciencias biológicas.

1. UNIDAD DE LENGUAJE

La tesis de la unidad de la ciencia en términos de lenguaje encuentra su formulación en los planteamientos de Rudolf Carnap, acorde con su propuesta de sustituir el habitual modo material de hablar (die “*inhaltliche*” *Redeweise*), en donde se habla de *objetos* y *estados de cosas*, por el modo formal de hablar (die “*formale*” *Redeweise*), en donde se habla sólo de formas lingüísticas: de palabras en lugar de *objetos* y de enunciados en lugar de *estados de cosas*.¹

Luego de que a comienzos de los años treinta y debido a la influencia de Otto Neurath optara por el fisicalismo en vez del fenomenalismo que había caracterizado su primer gran obra, *Der logische Aufbau der Welt*,² y luego de que, a través de conversaciones con Tarski y Gödel y de la obra de Lesniewski, Kotarbinski y fundamentalmente Tarski, se diera cuenta de que sería posible hablar de las relaciones entre lenguaje y hechos en el nuevo metalenguaje de la semántica,³ así como de que realizara sus investigaciones sobre los conceptos disposicionales a mediados de esos años,⁴ Carnap sostiene que podemos hablar de la unidad del lenguaje de la ciencia si y sólo si todos los términos científico-empíricos o bien (a) se refieren a objetos, propiedades o relaciones físicas observables, o bien (b) pueden ser reducidos a términos de tipo (a), a través de definiciones explícitas o condicionales.

La llamada *tesis del fisicalismo* afirma que esa base de reducción común consiste en una clase muy pequeña y homogénea de términos del lenguaje fisicalista, posteriormente denominado *lenguaje-cosa*, con el fin de evitar malentendidos y distinguirlo del lenguaje de la física.⁵ De dicha tesis se sigue la tesis de la unidad del lenguaje y, *a fortiori*, la de la unidad de la ciencia.

Como han señalado autores aparentemente tan distintos como Patrick Suppes⁶ y Thomas Kuhn,⁷ los lenguajes de los diferentes campos de la ciencia son divergentes más que convergentes, en la medida en que se vuelven cada vez más técnicos, *más esotéricos*, sólo comprensibles para los iniciados, sin que pueda establecerse entre ellos una relación de reducción. Lo mismo sería válido para las

¹ Cfr. Rudolf Carnap (1931), (1932), (1934) y (1935a).

² Rudolf Carnap (1928).

³ Cfr. Rudolf Carnap (1935c).

⁴ Cfr. Rudolf Carnap (1935b) y (1936/37).

⁵ Rudolf Carnap (1936/37), p. 467.

⁶ Cfr. Patrick Suppes (1978).

⁷ Cfr., entre otros, Thomas Kuhn (1990).

ciencias biológicas. En lugar de encontrarnos con un único lenguaje que nos permita expresarlas, nos encontramos con una gran variedad de lenguajes específicos a ciertas subdisciplinas o teorías biológicas, lo cual —como veremos más adelante— no elimina la posibilidad de que éstos se relacionen de algún modo entre sí.

2. UNIDAD DE LEYES

Según Carnap, hay unidad de leyes científicas si y sólo si todas las leyes científicas son derivables a partir de leyes físicas. Esta versión de la tesis de la unidad de la ciencia afirma que todas las leyes de la naturaleza, incluidas aquellas que son válidas para organismos, seres humanos y sociedades humanas son consecuencia lógica de las leyes físicas, es decir, de aquellas leyes requeridas para la explicación de procesos inorgánicos. Una condición necesaria, aunque no suficiente, para la unidad de leyes es la unidad de lenguaje.

Ya que se reconoce que la tesis de la unidad de las leyes científicas es falsa en el estado actual del conocimiento, debería ser entendida, más que como una afirmación sobre la ciencia contemporánea, como la hipótesis de que en el futuro será posible derivar cada vez más leyes no-físicas conocidas a partir de leyes físicas o como un objetivo deseable en el desarrollo de la ciencia.⁸

Esta tesis, aplicada al caso particular de las ciencias biológicas, afirmaría que habría unidad de leyes biológicas si y sólo si todas las leyes biológicas son derivables a partir de unas pocas leyes biológicas fundamentales. Representa más una promesa o una expresión de deseos que una afirmación meta-empírica, debido a que interpretada de este último modo, es decir, como una afirmación empírica acerca de las leyes biológicas existentes, carece de sustento. Esto, sin embargo, no excluye la posibilidad de que alguna ley biológica muy general unifique ciertas teorías que son habitualmente vistas como distintas.⁹

⁸ *Cfr.* Rudolf Carnap (1935b), (1938) y (1963).

⁹ Como lo veremos más adelante en relación con el análisis de la genética clásica y la genética molecular, llevado a cabo en Balzer y Dawe (1990).

3. UNIDAD DE OBJETOS

La versión ontológica de la tesis de la unidad de la ciencia afirma que los distintos ámbitos o dominios de la ciencia son fundamentalmente del mismo tipo, y que la unidad de la ciencia consiste en la reducción acumulativa de dichos ámbitos o dominios. Esto se realizaría a partir de la reducción de todos los objetos de la ciencia (por ejemplo, los grupos sociales, los seres vivos, las células, las moléculas y los átomos) a las partículas físicas más elementales.¹⁰

Inclusive dejando de lado las dificultades técnicas propias de tal empresa, no siempre está claro cuáles son los dominios a reducir, ya que éstos varían contextual e históricamente, así como tampoco sabemos qué son aquellas entidades físicas más elementales.

La unidad de las ciencias biológicas en función de la unidad de objetos supondría, quizás, la existencia de unas entidades biológicas últimas que pudieran servir como base reductiva en relación con el resto de las entidades que ocurren en las teorías biológicas. Nada parece indicar tal estado de cosas, lo cual, empero, no elimina la posibilidad de que algunos de los dominios básicos de una teoría biológica estén conectados, aunque no necesariamente mediante definiciones, con algunos de los dominios básicos de otra teoría biológica.¹¹

4. UNIDAD DE MÉTODO

Se ha sostenido que, a pesar de la enorme variedad de procedimientos aplicados en las disciplinas científicas particulares para contrastar cualesquiera pretensiones de conocimiento, podría hablarse de una unidad del método científico, en el sentido en que cada una de esas técnicas es controlada finalmente por enunciados *protocolarios*, *básicos*, u *observacionales*, esto es, en virtud de una base común de contrastación o confirmación para todas las ramas de la ciencia empírica.¹² La unidad de método se sigue, entonces, de la unidad de lenguaje, ya anteriormente cuestionada.

¹⁰ *Cfr.*, por ejemplo, Oppenheim y Putnam (1968).

¹¹ Un concepto metateórico que pudiera ser útil para el análisis en este contexto es el de *reducción ontológica*, propuesto por Moulines (1984).

¹² *Cfr.* Rudolf Carnap (1936/37).

Sin embargo, de la existencia de una inmensa diversidad de métodos y técnicas en la ciencia en general y en las ciencias biológicas en particular, no es lícito inferir la ausencia de interconexiones entre estos distintos métodos y técnicas en el interior de las distintas teorías biológicas. En genética, por ejemplo, se observa cierta interrelación entre las técnicas utilizadas en la genética clásica y las utilizadas en la genética molecular: por una parte, muchas aplicaciones moleculares presuponen una localización previa del *área dónde trabajar* en los cromosomas gracias a métodos clásicos; por la otra, métodos moleculares pueden ser utilizados para detectar errores en experimentos clásicos que escapan a los métodos de genética clásica. Parecería así que los métodos de un ámbito aparecen en el otro y viceversa.¹³

5. UNIDAD DE ESTRUCTURA

Otro modo en que puede haber unidad en la ciencia es cuando, una vez axiomatizadas distintas teorías, puede verse que la estructura lógica de una de ellas es idéntica a la estructura lógica de otra. Esta versión de la tesis de la unidad de la ciencia ha sido sostenida, entre otros, por Otto Neurath.¹⁴

En su aplicación al análisis de las ciencias biológicas, ésta supondría indagar si hay teorías biológicas que posean la misma estructura lógica.

Según Balzer y Dawe,¹⁵ esta es una cuestión que se puede responder afirmativamente en el caso del par de teorías genética clásica y genética molecular. Ellos reconstruyen ambas teorías¹⁶ como *refinamientos* de una estructura que caracteriza la clase de todos los modelos genéticos, sean éstos clásicos o moleculares.

Esta nueva noción metateórica de *refinamiento*, introducida para el tratamiento específico de la genética, se caracteriza por el hecho de *introducir*, por una parte, *tipos de objetos* y quizás también *de funciones adicionales*, de forma tal que los *viejos* objetos puedan ser definidos como estructuras complejas de los *nuevos*

¹³ Cfr. Balzer y Dawe (1990).

¹⁴ Otto Neurath (1938a).

¹⁵ Balzer y Dawe (1990).

¹⁶ En realidad, reconstruyen la genética molecular y una versión más restringida de la genética clásica, que denominan *genética de transmisión* —*transmission genetics*—, pero que, sin embargo, puede ser fácilmente modificada incluyendo en ella aspectos clásicos dejados de lado, tales como la interacción de los factores, la herencia multifactorial y el polialelismo. Cfr. Lorenzano (1995).

objetos, e *introducir*, por el otro, *condiciones legaliformes adicionales* referentes tanto a los *viejos* como a los *nuevos* objetos o funciones, y que tendrían validez al igual que las *viejas* leyes. Esto significa que la relación de refinamiento consiste en un tipo de *ampliación conceptual* al mismo tiempo que en una *especialización* de leyes.

El tipo de identidad estructural considerada vale sólo al nivel del modelo básico, con su ley fundamental, (el axioma de coincidencia), que establece que para todo par parental dado, las distribuciones genéticas de fenotipos y de genotipos de ese par en la descendencia coinciden aproximadamente las unas con las otras, lo cual es compartido por ambas teorías genéticas: la clásica y la molecular.

Esa identidad estructural se pierde una vez que nos adentramos en la especificación detallada de los fenotipos y los genotipos, en primer lugar, y continúa a medida que avanzamos en las especializaciones de la ley fundamental propias de cada teoría genética.

Por otra parte, si la identidad estructural del tipo encontrado en el par de teorías genética clásica-genética molecular puede ser también hallado en otras teorías biológicas es una cuestión abierta, sujeta a posterior investigación.

6. UNIDAD VÍA CONEXIONES

En diversas publicaciones en donde se refiere al problema de la unidad de la ciencia, Otto Neurath¹⁷ señala, como una de las tareas a realizar, establecer interconexiones entre las distintas ciencias y relacionar sin esfuerzo los términos de una ciencia con los términos de otra u otras. El establecimiento de tales interconexiones, tan frecuentemente olvidadas, estarían —según Neurath— de acuerdo con la circunstancia de que, para deducir pronósticos individuales, debemos relacionar términos y enunciados de diferentes ciencias los unos con los otros, así como también con el hecho de tener que conectar los enunciados de las teorías con esos pronósticos particulares.

Por otro lado, Neurath sostiene que hay dos modos de continuar la sistematización del conjunto de enunciados aceptados: uno consiste en la construcción de sistemas axiomáticos; el otro, en el establecimiento de interconexiones que hagan aparecer

¹⁷ Cfr. Otto Neurath (1932), (1934), (1935), (1936), (1938a), (1938b) y (1938c).

de forma más clara la relación existente entre los distintos enunciados, vinculando los sistemas parciales hasta allí separados en sistemas más amplios. Neurath menciona como ejemplo de ello a la físico-química, que habría comenzado entonces a llenar el vacío existente entre la física y la química, en parte mediante la unificación lógica alcanzada a través de conexiones del tipo arriba mencionado y en parte por medio del establecimiento de nuevos enunciados empíricos.¹⁸

La importancia de la consideración de las conexiones entre distintas teorías y/o disciplinas, y de la unificación que de ello resulta, ha sido subrayada por la filosofía de la ciencia contemporánea desde distintas perspectivas. Una de ellas, surgida a partir de la reflexión en torno a las ciencias biológicas, es la concepción sobre las *teorías entre campos* (*interfield theories*), debida a Lindley Darden y Nancy Maull.¹⁹ Otra es la conocida con el nombre de *concepción estructuralista de las teorías*, desarrollada, entre otros, por Joseph Sneed, Wolfgang Stegmüller, Wolfgang Balzer y C. Ulises Moulines.²⁰ Dicha elucidación cuenta con la ventaja de ser realizada en el marco de una concepción metateórica más precisa y estructurada, que ha dado tantos frutos en el análisis de teorías científicas particulares pertenecientes a las más variadas disciplinas.

De acuerdo a la concepción estructuralista, las relaciones interteóricas son interpretadas no como relaciones entre (conjuntos de) enunciados sino como relaciones entre (conjuntos de) modelos. Con el fin de analizar este tipo de relación modelo-teóricamente, ha sido introducido en la noción estructuralista de teoría el concepto de *vínculo* (*link*). Las típicas relaciones globales entre teorías —como la reducción, la equivalencia, la inconmensurabilidad, la especialización, la teorización, la aproximación, el refinamiento y otras sin nombres particulares— se asumen como constituidas por vínculos. Los vínculos son las unidades más elementales para el análisis de las relaciones interteóricas globales. Éstos deben pertenecer al concepto mismo de teoría empírica, ya que es fundamentalmente inadecuado considerar a las teorías empíricas como entidades aisladas. La identidad de una teoría empírica dada sólo puede ser capturada si uno toma en cuenta sus vínculos con otras teorías.

¹⁸ Cfr. Otto Neurath (1935), p. 59.

¹⁹ Lindley Darden y Nancy Maull (1977); Nancy Maull (1977).

²⁰ Una bibliografía muy completa de los trabajos desde y sobre la concepción estructuralista se encontrará en Diederich, Ibarra y Mormann (1989) y (1994). La exposición hasta ahora más comprehensiva del estructuralismo es Balzer, C. Ulisses Moulines y Sneed (1987).

Los vínculos son relaciones entre modelos de teorías diferentes. Ellos pueden ser vistos como un caso particular de un concepto más general, a saber: el de *punte* entre modelos diferentes, ya sea que pertenezcan o no a la misma teoría, siendo *puentes internos* en el primer caso y *externos* en el segundo. Las llamadas en jerga estructuralista *condiciones de ligadura (constraints)*, por ejemplo, que conectan de determinadas maneras fijas los valores que pueden tomar las funciones correspondientes de los diversos modelos, deberían ser consideradas como puentes internos entre los modelos de una y la misma teoría. Los vínculos, por su parte, se obtienen a partir de los puentes siempre y cuando todos los modelos pertenezcan a distintas teorías, con aparatos conceptuales diferentes, es decir, a partir de los llamados *puentes externos*.

Moulines²¹ ha sostenido que hay dos tipos fundamentales de vínculos: implicativos y determinantes. Todos los otros vínculos se obtendrían a partir de estos dos tipos, ya sea añadiendo condiciones más restrictivas sobre ellos o bien combinándolos. Los vínculos implicativos son *globales*, en el sentido de que relacionan clases enteras de estructuras de teorías diferentes; los vínculos determinantes son conexiones término-a-término. La reducción, la equivalencia y la aproximación son claramente obtenidas a partir de tipos especiales de vínculos implicativos; la teorización y otros vínculos que conectan términos son vínculos determinantes.²²

A MODO DE CONCLUSIÓN

Después de este breve examen de los distintos modos que asume la tesis de la unidad de la ciencia en general y de las ciencias biológicas en particular, parecería que la idea de unidad susceptible de ser defendida a la luz de ciertos trabajos

²¹ Cfr. C. Ulises Moulines (1991).

²² Si bien las nociones de vínculo implicativo y de vínculo determinante son, en principio, conceptualmente independientes, es decir, ninguna de ellas implica a la otra, puede ser encontrada alguna relación sistemática entre ambos tipos de vínculos, o sea, es plausible esperar cierto tipo de equivalencia pragmática de *segundo orden* entre un vínculo implicativo global entre dos teorías y los vínculos determinantes correspondientes, así como mostrar que, bajo ciertas condiciones formales generales, la correspondencia, o incluso *equivalencia*, entre ambos tipos de vínculos, queda automáticamente asegurada, mientras que bajo condiciones generales diferentes, habría (al menos formalmente) una diferencia sustancial entre un vínculo implicativo y uno determinante. Cfr. C. Ulises Moulines y Polanski (1996). El lector puede consultar, además, el siguiente texto en castellano: C. Ulises Moulines (1994).

recientes en filosofía general de la ciencia y filosofía especial de la biología, es la de unidad obtenida a través del establecimiento de *puentes* entre diferentes modelos, que posibilita entender tanto el carácter sistematizador y unificador de una teoría —si los modelos relacionados pertenecen a la misma teoría—,²³ como el llevado a cabo a un nivel más general —si los modelos relacionados pertenecen a otras teorías—, que no necesariamente coincide con aquel usualmente denominado *disciplina*.

La unidad entendida como unidad o unificación vía *puentes* permitiría además interpretar de forma precisa y plausible las otras versiones o subtesis de la unidad de la ciencia, a saber: la de lenguaje, de leyes, de objetos, de métodos y de estructura.

Bibliografía

Balzer, W. y C. M. Dawe (1990), *Models for Genetics*, München: Institut für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie.

Balzer, W., Moulines, C. Ulises. y J. Sneed (1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht: Reidel.

Bartelborth, Th. (1996), “Scientific Explanation”, en Balzer, W. y C. Ulises Moulines (eds.), *Structuralist Theory of Science: Focal Issues, New Results*, Berlin/New York: Walter de Gruyter, 1996, pp. 23-43.

Carnap, Rudolf. (1928), *Der logische Aufbau der Welt*, Berlin-Schlachtensee: Weltkreis-Verlag.

Carnap, Rudolf. (1931), “Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft”, *Erkenntnis* 2: 432-465.

Carnap, Rudolf. (1932), “Psychologie in physikalischer Sprache”, *Erkenntnis* 3: 107-142.

Carnap, Rudolf. (1934), *Logische Syntax der Sprache*, Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung, hrsg. von Philip Frank und Moritz Schlick, Bd. 8, Wien: Verlag von Julius Springer.

Carnap, Rudolf. (1935a), *Philosophy and Logical Syntax*, Londres: Kegan Paul.

²³ Para un análisis estructuralista de la unificación a distintos niveles llevada a cabo por una teoría, cfr. Bartelborth (1996).

Carnap, Rudolf. (1935b), “Über die Einheitssprache der Wissenschaft. Logische Bemerkungen Zum Projekt einer Enzyklopädie”, *Actes du Congrès International de Philosophie Scientifique*, Sorbonne, Paris, 1935, vol. II *Unité de la Science*, Paris: Hermann & Cie. Éditeurs, 1936, pp. 60-70.

Carnap, Rudolf. (1935c), “Wahrheit und Bewährung”, *Actes du Congrès International de Philosophie Scientifique*, Sorbonne, Paris, 1935, vol. IV *Induction et Probabilité*, Paris: Hermann & Cie., Éditeurs, 1936, pp. 18-23.

Carnap, Rudolf. (1936/37), “Testability and Meaning”, *Philosophy of Science*, 3: 419-471, 4: 140.

Carnap, Rudolf. (1938), “Logical Foundations of the Unity of Science”, en O. Neurath, N. Bohr, J. Dewey, B. Russell, R. Carnap and C. W. Morris, *Encyclopedia and Unified Science*, vol. 1, núm. 1, *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago: The University of Chicago Press, 1938, 3ra. ed.1955, vol. 1, núms. 1-5, pp. 42-62.

Carnap, Rudolf. (1963), “Replies and Systematic Expositions”, en Schilpp, P.A. (ed.), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle, III: Open Court, 1963, pp. 859-1013.

Darden, Lindley y Nancy Maull (1977), “Interfield Theories”, *Philosophy of Science*, 44: 43-64.

Diederich, W., A. Ibarra y Th. Mormann (1989), “Bibliography of Structuralism”, *Erkenntnis*, 30: 387-407.

Diederich, W., A. Ibarra y Th. Mormann (1994), “Bibliography of Structuralism II (1989-1994 and Additions)”, *Erkenntnis* 41: 403-418.

Kuhn, Thomas. (1990), “The Road Since *Structure*”, en Fine, A., Forbes, M. y L. Wessels (eds.), *PSA 1990*, East Lansing: Philosophy of Science Association, 1991, pp. 3-13.

Lorenzano, Pablo. (1995), *Geschichte und Struktur der klassischen Genetik*, Frankfurt am Main: Peter Lang.

Maull, Nancy. (1977), “Unifying Science Without Reduction”, *Studies in the History and the Philosophy of Science*, 8: 143-162.

Moulines, C. Ulises. (1984), “Ontological Reduction in the Natural Sciences”, en Balzer, W., Pearce, D. y H.-J. Schmidt (eds.), *Reduction in Science. Structure, Examples, Philosophical Problems*, Dordrecht: Reidel, 1984, pp. 51-70.

Moulines, C. Ulises. (1991), *Pluralidad y recursión. Estudios epistemológicos*, Madrid, Alianza Editorial.

Moulines, C. Ulises. (1994), “Relaciones intermodélicas y semántica formal”, *Ágora*, vol. 13, núm. 2: 9-19.

Moulines, C. Ulises. y M. Polanski (1996), “Bridges, Constraints, and Links”, en Balzer, W. C. U.

Moulines (eds.), *Structuralist Theory of Science: Focal Issues, New Results*, Berlin/New York: Walter de Gruyter, 1996, pp. 219-232.

Neurath, Otto. (1932), “Protokollsätze”, *Erkenntnis* 3: 204-214.

Neurath, Otto. (1934), “Einheit der Wissenschaft als Aufgabe”, Prager Vorkonferenz der Internationalen Kongresse für Einheit der Wissenschaft, 30. August bis 1. September 1934, *Erkenntnis* 5: 16-22.

Neurath, Otto. (1935), “Einzelwissenschaften, Einheitswissenschaft, Pseudorationalismus”, *Actes du Congrès International de Philosophie Scientifique*, Sorbonne, Paris, 1935, vol. I, *Philosophie Scientifique et Empirisme Logique*, Paris: Hermann & Cie., Éditeurs, 1936, pp. 57-64.

Neurath, Otto. (1936), *Le développement du Circle de Vienne et l'avenir de l'empirisme logique*. Actualités Scientifiques et Industrielles, núm. 290. Hermann & Cie., Paris, 1936.

Neurath, Otto. (1938a), “The Departmentalization of Unified Science”, Die Wissenschaftliche Sprache, vierter Internationaler Kongress für Einheit der Wissenschaft, Cambridge 1938, *Erkenntnis*, 7: 240-246.

Neurath, Otto. (1938b), “Unified Science as Encyclopedic Integration”, en Neurath, O., Bohr, N., Dewey, J., Russell, B., Carnap, R. y C.W. Morris, *Encyclopedia and Unified Science*, vol. 1, núm. 1, *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago: The University of Chicago Press, 1938, 3ra. ed., 1955, vol. 1, núms. 1-5, pp. 1-27.

Neurath, Otto. (1938c), “Die neue Enzyklopädie”, *Einheitswissenschaft* 6: 6-16.

Oppenheim, P. y H. Putnam (1968), “Unity of Science as a Working Hypothesis”, en Feigl, H., Scriven, M. y G. Maxwell (eds.), *Concepts, Theories, and the Mind-Body Problem*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 2, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1968, pp. 3-36.

Suppes, P. (1978), “The Plurality of Science”, en Asquith, P. e I. Hacking (eds.), *PSA 1978*, vol. 2, East Lansing: Philosophy of Science Association, 1981, pp. 3-16.