Teorías científicas

Mariana Córdoba
Modo de citar:
Córdoba, Mariana. 2016. "Teorías científicas". En Diccionario Interdisciplinar Austral, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. URL=http://dia.austral.edu.ar/Teorías_científicas

El impactante éxito de la ciencia actual se encuentra lejos de imponer límites a la crítica filosófica. A medida que la ciencia avanza y crece el prestigio de que es depositaria, en el campo de la filosofía se revisitan y renuevan diversos argumentos que se han propuesto para elucidar los distintos problemas filosóficos que emergen de su consideración. La filosofía de la ciencia, desde sus inicios y hasta la actualidad, se ha preguntado, por ejemplo, por la validación del denominado "conocimiento científico", ha puesto en cuestión sus posibilidades, así como los métodos involucrados en tal validación, abordando un sinnúmero de problemas en torno a esta cuestión. La crítica posada sobre diversos aspectos de la práctica científica se ha ocupado de señalar los límites de la extendida confianza en dicho conocimiento. Ahora bien, se suele afirmar que el conocimiento científico es, en algún sentido, *vehiculizado* por las teorías científicas. Pero ¿qué es una teoría científica? Esta pregunta ha recibido distintas respuestas a lo largo de la historia de la filosofía de la ciencia, originando un fecundo problema filosófico discutido incluso en la actualidad. A estas respuestas nos dedicaremos en lo que sigue.

1 Introducción. El problema de las teorías científicas ↑

La pregunta acerca de qué es una teoría científica -en sí misma, un problema filosófico- se halla en estrecha relación con otros problemas filosóficos, como la cuestión de qué es el conocimiento, cuáles son sus fuentes, límites y alcances, o el problema de la representación, la verdad, etc. La filosofía de la ciencia ha logrado delimitar claramente la pregunta sobre las teorías en tanto que problema propio. Aun así, en ocasiones el lector podrá vincular de muy diversas maneras la cuestión de la naturaleza y estructura de las teorías científicas con otros problemas filosóficos, algunos de los cuales subyacen o son lógicamente anteriores a aquel.

Pueden caracterizarse al menos dos líneas fundamentales que la filosofía de la ciencia del siglo XX ha ofrecido como respuestas positivas diferentes al interrogante de qué son las teorías científicas: la denominada *concepción heredada* o *concepción sintáctica* de las teorías científicas y la *concepción semántica*. Se suele identificar, asimismo, una tercera línea positiva: la *concepción pragmática* de las teorías científicas. Esta distinción se debe a la clásica distinción establecida en el lenguaje entre sintaxis, semántica y pragmática. Aquí se presenta el problema de las teorías científicas recorriendo las concepciones heredada (en **2. La concepción sintáctica de las teorías científicas o concepción heredada**) y semántica (en **3. La concepción semántica de las teorías científicas**), dada su indiscutida relevancia en la filosofía de la ciencia. Consideraremos, asimismo, diversas concepciones críticas de estas posiciones, así como otras propuestas respecto de cómo comprender las teorías científicas o de por qué es necesario prescindir de ellas o poner el foco en otro tipo de entidad. En lugar de identificar una única concepción como tercera línea –la que suele denominarse pragmática–, nos referiremos a este conjunto de ideas, difícilmente homogéneo, respecto de cómo comprender las teorías científicas, señalando algunas de las líneas histórica y actualmente más relevantes (**4. Concepciones críticas: Lo que las teorías científicas no son y otras propuestas**).

2 La concepción sintáctica de las teorías científicas o concepción heredada ↑

2.1 ¿Qué es una teoría científica? ↑

La concepción sintáctica o enunciativista de las teorías científicas –la *Concepción Heredada* ("*received view*")– surgió en el siglo XX en el seno del Círculo de Viena –fundado en 1924 por Moritz Schlick–, y fue desarrollada por la corriente del Empirismo Lógico –iniciada en el primer tercio del siglo en torno al Círculo de Viena y como su continuación. Si bien pueden hallarse diferencias entre las posturas de los filósofos de esta corriente, es posible determinar un conjunto de ideas precisas acerca de la estructura de una teoría científica. (cfr. Coffa 1991, Friedman 1999, Creath 2014, Uebel 2014). Entre sus defensores se destacan Hans Reichenbach, Rudolf Carnap, Carl Hempel y Ernst Nagel (cfr. Braithwaite 1953, Carnap 1937, 1956, 1966, 1967, Hempel 1958, 1966).

Quienes sostienen esta posición aceptan la idea general de que las teorías científicas deben brindar conocimiento acerca de un sector de la realidad, dado que mediante tales construcciones se pretende dar cuenta de un conjunto de fenómenos, de algún determinado dominio de experiencia. Consideran que detentar poder explicativo y predictivo cuentan entre los objetivos de una teoría científica. La concepción sintáctica de las teorías científicas –actualmente considerada el enfoque *tradicional* respecto de la ciencia– se origina a partir de la idea básica de que las teorías científicas son *sistemas de enunciados*, sistemas de hipótesis (de leyes) formuladas para explicar las regularidades observadas en el universo (en el sector de la realidad de que se trate), relacionadas inferencialmente, esto es, las teorías científicas constituyen sistemas hipotético-deductivos. Las teorías son consideradas, entonces, por un lado, *entidades lingüísticas* y, por otro, entendidas como *hipotéticas*, característica que recoge el carácter, precisamente, hipotético de la ciencia, que se debe a la imposibilidad de verificación de los enunciados científicos.

Que las teorías científicas sean consideradas sistemas de enunciados vincula el problema filosófico de las teorías científicas con el problema de cómo comprender la relación entre lenguaje y fenómenos, y con el problema de la verdad. Si bien no nos detendremos en estos problemas aquí, debe señalarse que muchas críticas a esta concepción de las teorías científicas involucran referencias a ellos.

De acuerdo con la Concepción Heredada, las teorías científicas se definen más precisamente como conjuntos de enunciados formulados en un determinado dominio lógico del lenguaje, son *sistemas axiomáticos interpretados*, o *cálculos parcialmente interpretados* (Putnam 1962). Las teorías científicas son consideradas la unidad de análisis de la filosofía de la ciencia, cuya tarea consiste en la elucidación de las mismas mediante su reconstrucción racional. Dado que la estructura de una teoría científica es una *reconstrucción en lenguaje meta-matemático*, la concepción sintáctica se ocupa del lenguaje en el que deben reconstruirse axiomáticamente las teorías científicas, generalmente el de la lógica de primer orden.

Al definir las teorías científicas como sistemas axiomáticos interpretados o como cálculos parcialmente interpretados, es necesario distinguir claramente ambas nociones, la de sistema axiomático y la de interpretación o interpretación parcial. Un sistema axiomático es un sistema formal–sintáctico. "Un *sistema axiomático formal S* es un conjunto de proposiciones formales en el cual se distingue un subconjunto *A* (los axiomas), tal que todas las proposiciones formales que pertenecen a *S* son deducibles de *A*, y toda proposición formal deducible de *A* pertenece a *S*." (Cassini 2006, 56).

Los elementos que componen un sistema axiomático o el *cálculo lógico* del sistema axiomático (cfr. Hempel 1958, Suppe 1977), son:

- *Lógica subyacente*. Determina las inferencias que pueden realizarse dentro del sistema. Puede no estar explicitada. Generalmente, es la lógica de primer orden.
- *Conjunto de símbolos*. Incluye la totalidad de los símbolos que pueden utilizarse para construir las fórmulas –las construcciones sintácticas del sistema–. Dentro del conjunto de símbolos, cabe diferenciar entre símbolos lógicos y símbolos no lógicos. Los primeros provienen de la lógica subyacente del sistema, incluyen las conectivas y los cuantificadores. Los segundos son las constantes y variables, funciones y relaciones. Los símbolos no lógicos no tienen un significado dado dentro de un sistema axiomático formal; entre ellos se distinguen los términos primitivos, que son los puntos de partida utilizados para definir los restantes términos, denominados términos definidos.
- *Conjunto de reglas de formación de fórmulas*. Son indicaciones gramaticales que determinan cómo formar correctamente proposiciones formales con los símbolos del sistema. Estas reglas permiten generar las

denominadas fórmulas bien formadas del sistema.
- *Conjunto de reglas de transformación*. Son reglas lógicas –reglas de inferencia deductiva– que determinan cómo se pueden obtener –deducir– fórmulas bien formadas a partir de otras fórmulas bien formadas del sistema. Provienen de la lógica subyacente, pero deben explicitarse.
- *Axiomas*. El conjunto de axiomas es un conjunto de fórmulas bien formadas del sistema –un subconjunto de la totalidad de las fórmulas bien formadas del sistema–. Los axiomas constituyen los puntos de partida de un sistema axiomático, son fórmulas que no se demuestran, se aceptan sin prueba. Cuáles fórmulas serán consideradas axiomas de un sistema formal es una cuestión convencional; su elección depende de diversos factores relativos a la construcción del sistema.
- *Teoremas*. Son las fórmulas bien formadas del sistema que surgen por deducción de a partir de los axiomas, es decir, a partir de la aplicación a los mismos de las reglas de transformación del sistema.

Los símbolos del lenguaje de un sistema axiomático formal cualquiera no tienen significado alguno. Los axiomas también carecen de significado. Entonces, si una teoría científica es un cálculo matemático, un sistema axiomático formal, en tanto que tal, nada nos dice aún acerca del mundo físico. Una teoría científica, según la concepción heredada, es en primer lugar un conjunto de proposiciones formales. Para que una teoría científica adquiera lo que se denomina *contenido empírico* –esto es, para que nos hable del mundo, para que dé cuenta de un conjunto de fenómenos–, es necesario que el sistema axiomático sea *interpretado*. ¿Qué es la interpretación de un sistema axiomático?

Para que un sistema axiomático sea considerado el sistema axiomático *de una teoría empírica o fáctica* –su reconstrucción–, es necesario contar con una semántica, esto es, un conjunto de reglas que otorgan significado a los elementos del sistema formal. Este conjunto de reglas que asignan significado a los términos de un sistema formal se denomina *interpretación* del sistema. Una interpretación determina un dominio de objetos, asigna individuos a las constantes de individuo, propiedades y relaciones a los predicados y funciones a los functores. De este modo, según la concepción heredada, entonces, una teoría de las ciencias empíricas constituye un *sistema axiomático interpretado*. Se afirma que una interpretación de un sistema formal incluye una pretendida aplicación del formalismo al mundo empírico. Las proposiciones o enunciados de una teoría fáctica que tienen significado o contenido empírico, son enunciados susceptibles de asumir un valor de verdad. Ahora bien, las reglas que adjudican significado a los enunciados del sistema determinan, cuando resultan verdaderos dichos enunciados de acuerdo con tal interpretación, un *modelo del sistema.* Esto no implica que se considere que los enunciados de una teoría fáctica sean verdaderos respecto del mundo, dado que la verificación no es posible. Las proposiciones de las ciencias fácticas son consideradas hipótesis, y una teoría axiomatizada de las ciencias fácticas es un sistema hipotético-deductivo.

Para ejemplos de reconstrucciones axiomáticas de teorías científicas de acuerdo con la concepción heredada, se puede ver en Reichenbach 1969 [1924] el intento de axiomatizar la teoría de la relatividad (cfr. Friedman 1983, 1999 y también Reichenbach 1965 [1920]), y el intento de axiomatización de la mecánica newtoniana en Hermes 1938, 1959 y Jammer 1961 (cfr. Winther 2016).

2.2 El lenguaje ↑

2.2.1 La distinción teórico-observacional ↑

Como se ha señalado, uno de los desafíos de la Concepción Heredada acerca de la ciencia consiste en determinar cómo un cálculo matemático refiere al *mundo de experiencia*, más precisamente, al conjunto de fenómenos del que pretende dar cuenta. Cabe destacar que, para poder abordar y comprender acabadamente la propuesta de esta concepción respecto de la naturaleza de las teorías científicas, resulta fundamental referirnos a una distinción con la que sus defensores se comprometen: la distinción entre un *lenguaje teórico* y un *lenguaje observacional*. Se acepta que la totalidad del lenguaje de una teoría se divide en un lenguaje teórico y un lenguaje observacional, además de las expresiones lógicas (Hempel 1952, 1966, Carnap 1966. Cfr. Feigl, Scriven y Maxwell 1958).

El modo clásico, tradicional de presentar esta distinción supone una distinción entre entidades: supone diferenciar

entre *entidades (objetos y propiedades) empíricas* (observables, perceptibles a través de los sentidos o por medio de instrumentos simples de medición) y *entidades (objetos y propiedades) teóricas*, no empíricas, no observables, no perceptibles a través de los sentidos o por medio de instrumentos simples. Estas últimas se considera que son postuladas por las teorías científicas para dar cuenta, en última instancia, de regularidades observadas, de fenómenos observables, para poder explicarlos y poder predecir fenómenos.

La distinción entre un lenguaje teórico y un lenguaje observacional se fundaría en la distinción entre tipos de entidades. La distinción lingüística permite diferenciar los *términos teóricos*, considerados como "constructos teóricos" (Hempel 1952) y los *términos observacionales*, que junto con los términos lógicos (cuantificadores y conectivas) constituirían el lenguaje de una teoría científica. De acuerdo con el modo tradicional de presentación, los términos teóricos refieren a las entidades teóricas (según ciertas posiciones realistas) o son constructos que carecen de referentes (desde las perspectivas instrumentalistas y antirrealistas en general), mientras que los términos observacionales se consideran menos problemáticos en tanto denotarían entidades observables, empíricas. Asimismo, en toda teoría científica se distingue entre *enunciados teóricos* y *enunciados observacionales*, según de qué tipos de términos se compongan los enunciados dados. En un sistema axiomático hipotético-deductivo, es decir, en una teoría científica axiomatizada, *los enunciados teóricos son los axiomas, los teoremas y las leyes de la teoría*.

Ahora bien, es necesario aclarar que lo que se axiomatiza, propiamente, es la *parte teórica* de la teoría. Por esa razón, son caracterizados como enunciados teóricos tanto los axiomas como los teoremas. Por eso se afirma que el lenguaje teórico incluye, además del vocabulario teórico, el cálculo lógico, que es el que especifica tanto la gramática como las reglas de inferencia. Mientras que el lenguaje observacional incluye únicamente los términos observacionales.

Dada la axiomatización de una teoría perteneciente a las ciencias fácticas, es necesario aún resolver el problema de cómo se vincula lo que afirma *teóricamente* la teoría con el mundo de la experiencia. De hecho, uno de los problemas ampliamente discutidos por esta corriente, en particular, por Carnap entre 1925 y 1950 (cfr. Halvorson 2015), fue el de cómo los términos del lenguaje teórico adquieren significado o reciben contenido empírico. ¿Cómo se relacionan los términos del lenguaje teórico con los términos del lenguaje observacional? En relación con este problema, resulta necesario considerar el papel fundamental que cumplen las *reglas de correspondencia*, que son enunciados denominados *teóricos mixtos*, dado que contienen términos teóricos y términos empíricos. Las reglas de correspondencia son las que brindan a la sintaxis teórica una interpretación y una aplicación (semántica).

Se afirma, entonces, que los enunciados teóricos de una teoría científica constituyen el *sistema no interpretado*. La conjunción de los enunciados teóricos y las reglas de correspondencia es considerada la *estructura* de una teoría científica de un dominio particular (la física, por ejemplo). La conjunción de los enunciados teóricos, las reglas de correspondencia y los enunciados observacionales son considerados *toda la ciencia* de un dominio particular. "Una teoría científica es, por lo tanto, un conjunto de enunciados teóricos formulados sintácticamente (axiomas, teoremas y leyes) junto con su interpretación vía enunciados de correspondencia". (Winther 2016, *on line*).

Muchos problemas se han planteado en la historia de la filosofía de la ciencia respecto de la distinción teórico/observacional, algunos de los cuales se centran en la naturaleza de las reglas de correspondencia.

2.2.2 La asignación de significado empírico al lenguaje teórico. El problema de las reglas de correspondencia ↑

De acuerdo con una definición básica, las reglas de correspondencia son enunciados que vinculan enunciados teóricos con fenómenos observables o con una parcela de realidad (Reichenbach 1969 [1924]. Cfr. Einstein 1934, 1936 [1936]). Se considera que es la propia teoría la que permite establecer el vínculo entre teoría y mundo, dado que las reglas de correspondencia están contenidas en la teoría. Se han propuesto diversos modos de comprender las reglas de correspondencia, también denominadas enunciados puente, leyes puente, principios puente, definiciones coordinativas, funciones predictivas, etc. Se suelen señalar como los modos más relevantes, la idea de que las reglas de correspondencia son las responsables de la interpretación de una teoría (Carnap, Hempel), o que son las responsables de la reducción teórica (Nagel 1961, 1979, Schaffner 1969, 1976, 1993). La posición más influyente es aquella según la cual las reglas de correspondencia brindan interpretación a los términos teóricos, otorgan interpretación observacional a las teorías científicas, porque vinculan los términos teóricos con los términos empíricos

de la teoría. Uno de los problemas tradicionalmente señalados respecto de esta última posición es que siempre queda un resto de significado en la estructura teórica, es decir, lo observacional no puede dar cuenta completamente de lo teórico (cfr. Hempel 1958; Carnap 1966). No serán abordados aquí los intentos de reducción del lenguaje teórico al lenguaje observacional; para una completa exposición de esos intentos -operacionalismo, definiciones explícitas (interpretación completa), definiciones implícitas (interpretación parcial), etc. - cfr. Olivé y Pérez Ransanz (1989).

2.3 Algunos problemas. Críticas a la concepción heredada ↑

La historia de la filosofía de la ciencia contemporánea posterior al positivismo lógico se ha encargado de cuestionar fuertemente, y desde diferentes frentes –partiendo de diversas concepciones filosóficas–, la concepción heredada de las teorías científicas, señalando muchas dificultades propias de dicha concepción. Algunas de estas dificultades han sido consideradas errores que abren la posibilidad de una corrección dentro de un "espíritu", un programa correcto para la filosofía de la ciencia, mientras otras han sido consideradas consecuencias de lo que se considera un modo completamente desacertado de comprender la actividad científica (para una exposición crítica de la concepción heredada, cfr. Brown 1983).

En las dos secciones siguientes se presentan posiciones que surgen como respuestas, a partir de debates, discusiones provenientes del señalamiento de estas dificultades. Se originan, en algún sentido, *reactivamente* en el propio seno de la concepción sintáctica de las teorías científicas.

Algunos muy importantes filósofos, exponentes de la denominada *filosofía histórica de la ciencia* o *nueva filosofía de la ciencia*, como Thomas Kuhn, Norwood Russell Hanson y Paul Feyerabend, han formulado sus críticas con el propósito de concluir que una formalización de las teorías científicas deja fuera aspectos muy importantes de la práctica científica. Señalando diversas dificultades de la concepción heredada y rechazando algunas de sus tesis, distinciones y compromisos filosóficos, han concluido que no cabe suponer que el objetivo de la filosofía de la ciencia sea formalizar las teorías científicas, reconstruirlas racionalmente. Se afirma que la estructura de una teoría científica no puede ser analizada mediante la metamatemática, y que el objetivo de la filosofía de la ciencia no radica en la reconstrucción de la lógica de la ciencia por medio de la articulación de un sistema axiomático. (**4.1. El historicismo y sus diferentes interpretaciones**). Otras posiciones, como las denominadas *semanticistas*, también acuerdan en que la metamatemática no brinda las herramientas para formalizar las teorías científicas, pero siguen manteniendo la idea de que las teorías científicas deben formalizarse. Además, cuestionan que la concepción heredada identifica las teorías científicas con sistemas axiomáticos (**3. La concepción semántica de las teorías científicas**).

Algunas críticas apuntan precisamente a la caracterización de lo que es una teoría científica y a distinciones supuestas en tal caracterización, como la distinción teórico-observacional. Se ha considerado que la distinción teórico-observacional presenta muchas dificultades, tanto la distinción entre ítems u objetos como la correspondiente al lenguaje. Son muy conocidas las críticas realizadas tanto por los filósofos historicistas como por Karl Popper.

Se afirma que tal distinción no puede establecerse porque, entre otras razones, toda observación está cargada de teoría. Por ejemplo, Hanson (1958) y Kuhn (1962), entre otros, cuestionaron la distinción sobre la base de un análisis, en ese momento novedoso, de la naturaleza de la percepción y, por lo tanto, de la observación y la experiencia en ciencia. Fundamentalmente, estas críticas apuntaban a desmentir que existiera una base empírica neutral sobre la base de la cual pudiera erigirse una distinción precisa entre dos tipos de discurso, el teórico y el observacional. Pero, tal como señalan León Olivé y Ana Rosa Pérez Ransanz (1989), también fue cuestionada la distinción desde una perspectiva lógico-semántica. Por ejemplo, Hilary Putnam (1962, 1999) puso en cuestión la existencia misma del problema de cómo comprender el lenguaje teórico; para el autor, un término teórico es sencillamente un término que proviene de una teoría científica, y nada se afirma acerca de la observabilidad o no de su referente o denotado. Carl Hempel (1970), uno de los representantes emblemáticos de la concepción sintáctica de las teorías científicas, abandonó la distinción tradicional y ofreció otro modo de caracterizarla: existen conceptos disponibles precedentemente a una teoría –independientes de ella– y conceptos dependientes de la teoría, propuestos por ella. Peter Achinstein (1968) también rechazó la distinción afirmando que no es lo mismo decir que un término es teórico porque es parte de una teoría, porque depende de una teoría o porque es un término conjetural o especulativo. Según el autor, hay diversas clasificaciones, y ninguna de ellas puede ser utilizada para clasificar todos los términos de la

ciencia, ni siquiera para clasificar la totalidad de los términos de una particular teoría científica.

Por otra parte, se ha cuestionado también la inaplicabilidad de la concepción sintáctica de las teorías científicas, apelando a la inexistencia de teorías interesantes de la historia de la ciencia que se puedan axiomatizar con la herramienta de la lógica de primer orden (de enunciados y de predicados).

Específicamente, en cuanto a la caracterización concreta de la naturaleza y estructura de una teoría científica, los exponentes de la corriente historicista afirman que las teorías científicas *no son conjuntos de enunciados*; consecuentemente, no cabe decir que son verdaderas o falsas (Stephen Toulmin, Noorwood R. Hanson, Paul Feyerabend, Imre Lakatos y Larry Laudan).

A pesar de las críticas recibidas, si bien en muchos textos y manuales de filosofía de la ciencia se presenta la concepción sintáctica como una posición superada, listando un sinnúmero de problemas, objeciones y críticas que ha recibido por parte de toda la filosofía de la ciencia posterior, aún así, hay importantes defensores actuales de esta perspectiva, como Hans Halvorson (2012, 2013) y Mario Bunge, por ejemplo.

3 La concepción semántica de las teorías científicas ↑

A partir de la década del ’70, la concepción heredada comienza a ser puesta en cuestión también por la denominada *concepción semántica* de las teorías científicas, de acuerdo con la cual una teoría científica se identifica mediante la clase de sus modelos. De este modo, la identidad de la teoría se independiza de la particular forma sintáctica bajo la cual se la presenta. Distintos formalismos pueden corresponder a una misma teoría en la medida en la que definan la misma clase de modelos. La concepción semántica está formada por una “familia” de propuestas respecto de cómo analizar las estructuras teóricas de la ciencia, que cuenta entre sus exponentes a Patrick Suppes, Bas van Fraassen, Ronald Giere, Frederick Suppe, María Luisa Dalla Chiara, Guliano Toraldo di Francia, Marian Przetecki y Ryszard Wójcicki y la concepción estructuralista de Joseph Sneed, Wolfgang Stegmüller, Ulises Moulines y Wolfgang Balzer (cfr. Díez Calzada 1997). Estas propuestas se presentan como una alternativa a la concepción sintáctica de las teorías científicas, aceptando –o partiendo de- algunas de las críticas de que fuera objeto la concepción heredada. A raíz de algunos problemas que se consideró que ésta presentaba, filósofos como Suppes, van Fraassen, Suppe sostuvieron que si bien la filosofía de la ciencia debe ocuparse de la reconstrucción formal de las teorías científicas (es decir, no se hicieron eco de las críticas anti-formalistas), las herramientas se hallan en otras ramas de la matemática: en la *teoría de conjuntos* y en la *teoría de modelos*. (cfr. Suppes 1957, 1967, 1969 y 2002, van Fraassen 1970, 1980, 1989 y 2008, Balzer, Moulines y Sneed 1987, Giere 1988, 1999 y 2006, Suppe 1977 y 1989, da Costa y French 2003).

Los enfoques pertenecientes a la concepción semántica de las teorías científicas no consideran que las teorías científicas constituyan conjuntos de enunciados, sino que se proponen reconstruir las teorías científicas apelando a modelos. Según esta idea, mediante teoría de modelos queda explicada la *teoricidad*: es teórico aquello que puede ser modelado matemáticamente. Las teorías científicas son consideradas *entidades modeloteóricas*.

3.1 Teorías y Modelos: “Identificar una teoría es identificar la clase de sus modelos” ↑

Las distintas propuestas dentro de la familia de la concepción semántica concuerdan en la idea de que presentar una teoría no es presentar un conjunto de enunciados, sino *presentar una clase de modelos*. Un modelo es, en términos intuitivos, “un sistema” o “un trozo de la realidad” constituido por entidades de diverso tipo que “realiza” una serie de afirmaciones: las realiza en el sentido de que en dicho sistema “sucede lo que las afirmaciones dicen” o, más precisamente, las afirmaciones son verdaderas en dicho sistema (Díez Calzada 1997, 46). El significado del concepto semántico de modelo es claro en ciencias formales: modelo de un sistema axiomático es toda interpretación que hace verdaderos a los axiomas (cfr. Legris 2001, Klimovsky y Boido 2005). La Teoría de Modelos precisa la noción de modelo, definiendo un modelo como *una secuencia de conjuntos, el primero de los cuales contiene los individuos del sistema y los restantes, las relaciones y funciones entre los individuos*. Se afirma que la noción de modelo es

semántica en tanto que algo es modelo si es modelo *de una afirmación*, lo que significa que la afirmación es *verdadera* respecto de ello. En otras palabras: "Un modelo es un sistema que satisface ciertos axiomas (en general, las leyes de la teoría). Un sistema es una estructura (en el sentido conjuntista) que pretende representar, de manera más o menos idealizada o aproximada, un pedazo de realidad. Una estructura, a su vez, es una sucesión finita de conjuntos de objetos y de relaciones definidas sobre esos conjuntos" (Lorenzano 2004, 121).

La caracterización de las teorías científicas como entidades modeloteóricas en parte surge por las críticas realizadas a –y por un distanciamiento respecto de– la concepción heredada. De acuerdo con una de las críticas más importantes, la concepción heredada, al identificar una teoría científica con un sistema axiomático, confunde la teoría propiamente dicha con una de sus formulaciones. Si una teoría es un conjunto de axiomas, cualquier diferencia en los axiomas supone una diferencia de teoría; es decir, dadas dos axiomatizaciones diferentes, nos encontraríamos frente a dos teorías diferentes. Esto constituye un error, dado que puede haber distintas axiomatizaciones de una misma teoría. Según la concepción semántica, lo que permite presentar una teoría no es una clase de axiomas, sino una clase de modelos. ¿Qué significa esto? Lo que permite identificar una teoría es aquel sector de la realidad que se comporta de acuerdo con lo que afirma la teoría: "Lo que importa de una teoría (...) es lo que dice sobre el comportamiento de determinada parcela de la realidad (...). Lo esencial es que caracteriza ciertos trozos de la realidad como comportándose de cierto modo. Esto es, que determina ciertos modelos." (Díez Calzada 1997, 48). Si una teoría puede ser reconstruida axiomáticamente de dos modos diversos, según la concepción semántica será una única teoría, dado que ambas axiomatizaciones determinan la misma clase de modelos. Los modelos son determinados mediante un conjunto de enunciados, esto es, se identifican ofreciendo ciertos axiomas y leyes; pero la idea que sostienen los defensores de la concepción semántica es que una teoría *no se identifica* con tales enunciados.

Esta concepción es presentada por sus exponentes como una revisión y superación de la concepción heredada, que logra corregir algunos problemas o errores de la misma. Si bien entre las ideas que se formulan desde esta perspectiva pueden trazarse diferencias filosóficas, sus defensores se agrupan bajo esta posición dado que comparten críticas a la concepción heredada, intentos de corregirla, una motivación y ciertos compromisos filosóficos. La primera intuición compartida, como se ha señalado, es que una teoría se identifica con la clase de sus modelos, es decir, las leyes de una teoría definen una clase de modelos. Asimismo, cabe señalar que uno de los aspectos más problemáticos de presentar las teorías como construcciones axiomáticas consiste, para los defensores de la concepción semántica, en cómo dar cuenta del vínculo entre conceptos teóricos, por un lado, y experiencia, por el otro. Se afirma, entonces, que se determina una clase de modelos con el objetivo de dar cuenta de ciertos fenómenos, de modo que es necesario también *identificar un conjunto de fenómenos empíricos a los que la teoría se aplica*. Una vez que se cuenta con el modelo abstracto y el conjunto de fenómenos, es necesario realizar una afirmación, la denominada "*aserción empírica de la teoría*". Ésta afirma que se da una relación entre el modelo, por un lado, y el sistema empírico real, por otro: relación que puede ser caracterizada de diversos modos (como una relación de identidad, de aproximación, de subsunción) (cfr. Díez Calzada 1997, 52). Dado que las teorías se identifican con secuencias de conjuntos de modelos, no cabe asignarles valor de verdad; pero las aserciones empíricas sí son susceptibles de ser verdaderas o falsas. Las teorías, entonces, son "derivativamente" verdaderas o falsas, de modo que pueden resultar falsadas (cfr. Díez Calzada 1997, 53).

Las distintas propuestas semanticistas han sido ampliamente utilizadas en la reconstrucción de teorías de diversas disciplinas; como ejemplos, ver la reconstrucción de la mecánica newtoniana en Patrick Suppes 1957; la reconstrucción de la termodinámica en Carlos Moulines 1975; ver el análisis semántico de las mecánicas newtoniana y cuántica de Evert Beth 1960 continuado por Bas Van Fraassen 1970 y 1972 (cfr. Díez Calzada 1997).

3.2 La estructura de una teoría científica. ¿Qué son los modelos? ↑

No hay una única noción de modelo, sino que existen distintas caracterizaciones de los modelos en ciencias empíricas. La discrepancia en torno a qué es un modelo origina diversas propuestas dentro de la concepción semántica respecto de cómo la es la estructura de una teoría científica. Aquí no serán abordadas ni expuestas en detalle las distintas propuestas. Nos referiremos únicamente a dos modos de concebir la estructura teórica: el enfoque de los espacios de estados y el enfoque conjuntista.

3.2.1 Los modelos como puntos o trayectorias en espacios de estados ↑

Van Fraassen (1980, 1989) afirma que la estructura de una teoría científica se identifica con la clase, familia o grupo de modelos matemáticos que la constituyen. Este enfoque caracteriza un modelo como *un punto o trayectoria en un espacio de estados*. Esta perspectiva encuentra sus antecedentes históricos en los trabajos de Evert Beth, John von Neumann y Hermann Weyl. Un espacio de estados es un espacio *N*-dimensional, donde cada una de las variables relevantes de la teoría corresponde a una única dimensión, y cada punto en ese espacio representa un estado posible de un sistema real. A cada tipo de sistema, entonces, le corresponde un espacio de estados, constituido por el conjunto de todas las posibles *N*-secuencias de valores de las variables de estado, que identifican los posibles estados de los sistemas de este tipo, estados representados por los puntos de ese espacio. Un sistema real puede cambiar de estado de acuerdo con diferentes tipos de leyes: leyes de sucesión, de coexistencia, de interacción. Diferentes modelos de una teoría dada pueden compartir algunas dimensiones de sus espacios de estados mientras que difieren en otras. Algunos modelos incluso se solaparán parcialmente en sus leyes (cfr. Winther 2016).

Las leyes de la teoría son las responsables de imponer constricciones a las relaciones entre estados. Un sistema real puede adoptar ciertos estados o puede cambiar de estado conforme a diferentes tipos de leyes. Por ejemplo, las leyes de coexistencia especifican las regiones permitidas en el espacio de estados, las leyes de sucesión determinan las trayectorias posibles en el espacio de estados. En otras palabras, de todas las trayectorias y regiones lógicamente posibles, las leyes de la teoría determinan las físicamente posibles.

La teoría consta de una parte *pura*, que define el tipo de sistemas a los que se aplica, y las *aserciones empíricas*, que afirman "que cierto sistema empírico dado pertenece a tal clase" (van Fraassen 1970, 311). Los sistemas a los que se aplica la teoría consisten en subestructuras de los modelos determinados por las leyes. Los candidatos para la representación de los fenómenos observables con los que la ciencia se confronta empíricamente son aquellas partes de los modelos identificadas como subestructuras, y "la adecuación empírica consiste en la subsumilidad de esas partes en algún modelo único del mundo permitido por la teoría." (van Fraassen 1989, 227-228).

3.2.2 Los modelos como estructuras conjuntistas. Teoría de modelos ↑

Suppes fue el primero en cuestionar la idea de que las teorías científicas son sistemas de enunciados, propia de la concepción sintáctica, inaugurando el enfoque semántico que desarrolló junto con algunos de sus discípulos de Stanford. Suppes sostiene que axiomatizar una teoría es definir un predicado conjuntista. Esto implica una manera específica de definir una clase de modelos, los que son comprendidos en el sentido técnico de la teoría de modelos, como sistemas o estructuras constituidas por una serie de dominios básicos y relaciones y funciones sobre ellos.

Para definir la clase de modelos se utiliza el lenguaje semi-formal de la teoría intuitiva de conjuntos, completado con los recursos matemáticos necesarios propios de la teoría que se está axiomatizando. Según el denominado "lema de Suppes" "el instrumento para axiomatizar teorías no es la metamatemática, sino la matemática".

La característica distintiva del enfoque de Suppes consiste en precisar la noción de modelo de acuerdo con la idea de secuencias de entidades conjuntistas de cierto tipo, y la determinación de los modelos de acuerdo con el lenguaje conjuntista adecuadamente enriquecido. Suppes considera que ésta es la mejor técnica disponible para reconstruir de hecho teorías reales.

Al reconstruir una teoría, se define cierta clase de modelos, las estructuras que satisfacen los axiomas y las condiciones restrictivas de la teoría. Algunas de estas condiciones determinan el tipo de entidad lógico-matemática que constituye los sistemas; de esas entidades cabe preguntarse si se comportan como afirma la teoría, esto es, si se comportan como afirman sus leyes (si son modelos). Suppes denomina "posibles realizaciones" a las estructuras que satisfacen las tipificaciones, y "realizaciones efectivas" o "modelos" en sentido propio a las realizaciones posibles que efectivamente cumplan con ciertas condiciones adicionales restrictivas.

La teoría de modelos indaga acerca de las relaciones entre los axiomas formales, teoremas, y leyes de una teoría particular, por un lado, y las estructuras matemáticas –los modelos– que proveen de interpretación a la teoría, que

hacen que los axiomas, teoremas y leyes de la teoría sean verdaderos, por el otro. La teoría de modelos a menudo utiliza teoría de conjuntos, la que permite relacionar teorías axiomáticas y modelos semánticos por medio de predicados conjuntistas (Suppes 1957, 2002. Cfr. Winther 2016. Para una exposición detallada de esta posición, cfr. Díez Calzada 1997).

El *estructuralismo* constituye una variante dentro de un enfoque que propone analizar y reconstruir teorías mediante los instrumentos modeloteóricos de la teoría informal de conjuntos. El estructuralismo incluye algunas tesis acerca de las redes teóricas, distingue entre términos teóricos relativos a las teorías y términos no teóricos, se refiere a una diversidad de leyes intra-teóricas e inter-teóricas con diferentes grados de generalidad, y establece una tipología de relaciones inter-teóricas y una caracterización de las reglas de correspondencia sobre la base de la consideración de la práctica científica (Moulines 2002, Pereda 2013, Schmidt 2014, Ladyman 2014, cfr. Lorenzano 2013).

En esencia, el enfoque conjuntista/modelo-teórico de la concepción semántica representa una continuación de la concepción heredada en la medida en que considera que el objetivo de la filosofía de la ciencia radica en reconstruir formalmente teorías (Sneed 1979, Stegmuller 1979, Frigg y Votsis 2011, Halvorson 2013, Lutz 2012, 2014. Cfr. Winther 2016).

3.3 La interpretación ↑

Una de las críticas más extendidas a la concepción sintáctica versaba sobre la relación entre lo teórico y lo empírico, es decir, sobre la aplicación de las teorías a conjuntos de fenómenos. ¿Cómo da cuenta el semanticismo de la aplicación de las estructuras teóricas a los fenómenos empíricos? ¿Cómo se conectan la teoría y los datos por medio de las observaciones y técnicas de medición y experimentación? Las distintas concepciones dentro de la familia semanticista distinguen la individuación de la teoría tanto de los fenómenos de la teoría como de las relaciones entre la teoría y el mundo. En relación con esto, se pueden identificar tres tipos de análisis: el que se refiere a una jerarquía de modelos (Suppes, Suppe), a la similaridad (Giere, Weisberg) o al isomorfismo (van Fraassen, French y Ladyman). Ahora bien, ya sea que se adopte el enfoque de los espacios de estados o el enfoque conjuntista/modelo-teórico de la estructura de una teoría, esto no implica una perspectiva particular acerca de la interpretación de la teoría (Winther 2016).

4 Concepciones críticas: Lo que las teorías científicas no son y otras propuestas ↑

Como se ha señalado, se suelen presentar tres concepciones respecto de las teorías científicas: la concepción sintáctica, la semántica y la pragmática (Winther 2016). Otras presentaciones prefieren realizar un recorrido histórico (Díez Calzada 1997). Aquí se introducirá, a continuación, un tercer grupo de diversas concepciones sobre las teorías científicas que suponen diferencias –más o menos radicales en cada caso– con las concepciones anteriores respecto de cómo comprender la actividad científica. Las siguientes posiciones no comparten muchas tesis, y no ofrecen todas ellas una respuesta positiva a la pregunta por la naturaleza y la estructura de las teorías científicas, que es lo que nos ocupa aquí. Sin embargo, se incluyen porque han tenido un importante lugar o impacto en la filosofía de la ciencia en relación con cómo comprender las teorías científicas, y también porque han abierto líneas de investigación filosófica relevantes, y que se encuentran aún vigentes y mutando. Su consideración permite dar un marco de comprensión más completo de lo que es la filosofía de la ciencia contemporánea. Así como actualmente hay defensores de la concepción sintáctica, y se considera que está aún en desarrollo la concepción semántica, las posiciones que expondremos en lo que sigue ocupan un lugar de importancia en la filosofía de la ciencia actual, además de presentar en algunos casos un indiscutido valor histórico.

Las concepciones que siguen comparten la idea de que no es necesario ni interesante formalizar las teorías científicas: la reconstrucción racional de teorías no es el objetivo de la filosofía de la ciencia. Por otra parte, no suelen considerar que la unidad de análisis de la epistemología deba estar constituida por las teorías científicas, ya sea porque éstas no

son entidades claramente identificables, ya sea porque no tiene sentido alguno poner el foco en ellas. También porque en ocasiones se proponen no referirse a teorías sino a otras "entidades" o sistemas. Estas posiciones, además, concuerdan en que la historia y la *praxis* científica efectiva contienen aspectos más importantes que los aspectos formales involucrados en ellas.

Se exponen en la sección siguiente la propuesta de Kuhn en el marco del historicismo de los años 60', la posición de la Escuela de Edimburgo y dos propuestas actuales: la que pone el foco en los modelos como mediadores y la idea de sistemas de práctica.

4.1 El historicismo y sus diferentes interpretaciones ↑

En la década del 60 se inició la *filosofía histórica de la ciencia* o *nueva filosofía de la ciencia*, que no configuró un conjunto único de ideas, pero sí, sin dudas, un modo diferente de hacer filosofía de la ciencia. Se han mencionado ya –como críticos de la concepción heredada– algunos autores pertenecientes a esta tradición (Stephen Toulmin, Norwood Russell Hanson, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Imre Lakatos y Larry Laudan, entre otros).

Los exponentes de la concepción historicista comparten la idea de que las teorías científicas no son conjuntos de enunciados, de manera que no cabe adscribirles verdad o falsedad. Comparten también importantes críticas realizadas a la concepción sintáctica de las teorías científicas, así como a otros supuestos filosóficos engendrados en el círculo de Viena y el positivismo lógico.

En el marco de ciertas críticas realizadas a la filosofía de la ciencia precedente, en particular, en relación con la concepción sintáctica de las teorías científicas, las críticas de los denominados *historicistas* apuntan a dejar de lado la formalización de las teorías como objetivo de la filosofía, otorgando mayor importancia a los estudios históricos sobre la ciencia. Estos filósofos suelen considerar los determinantes sociales del conocimiento, la influencia de factores políticos, religiosos, ideológicos, etc.; critican la distinción teórico-observacional sobre la base de la idea de la carga teórica de la observación y cuestionan la idea de progreso lineal, acumulativo del conocimiento, así como la idea de que es necesario reducir unas teorías a otras a fin de lograr una ciencia unificada. Ponen en cuestión, en general, la *racionalidad científica* exaltada por la filosofía anterior. Algunas de estas críticas se montan sobre la base de la adopción de la famosa tesis de la inconmensurabilidad por parte de Kuhn en 1962 (1970) y de Feyerabend (1962). En algunos casos más, en otros menos, hay un nuevo modo de comprender las teorías científicas, de un modo "más realista y más fiel a la naturaleza de la actividad científica tal como la historia nos la presenta" (Díez Calzada 1997, 42).

Las ideas de los historicistas, que no configuran un único conjunto de tesis compartidas, no han sido evaluadas o juzgadas de una única manera. En algunos casos se ha leído una ruptura total con la tradición respecto de lo que la ciencia y la filosofía de la ciencia son, y en otros se han buscado continuidades, señalando que las críticas a la tradición no eran tan radicales como aparentaban ser. De hecho, algunos defensores de la concepción semántica se suelen presentar como continuadores de ambas tradiciones, de la concepción heredada y del historicismo, compatibilizando ideas de unos y otros, respecto, precisamente, de lo que las teorías científicas son. En este sentido, José Díez Calzada señala que además de que las teorías científicas no son conjuntos de enunciados, los historicistas han sostenido que aquellas son entidades complejas que evolucionan en el tiempo histórico, que presentan un componente formal, teórico o conceptual (las leyes) y otro empírico o aplicativo (los sistemas a los que las teorías se aplican). Afirma que, de acuerdo con el historicismo, en las teorías se identifica un núcleo no refutable por decisión metodológica y otras partes sí modificables frente a las refutaciones, que presentan diferentes niveles de empiricidad, que conllevan normas y valores que pueden depender fuertemente del contexto. También señala el autor que esta caracterización de las teorías científicas es sumamente imprecisa, a pesar de sus virtudes.

Otras interpretaciones señalan que el núcleo de las críticas y las nuevas propuestas historicistas confluyeron en la idea de que resulta imposible y en absoluto relevante el análisis lógico, la reconstrucción formal de las teorías científicas, dado que éstas escapan a tales propósitos debido a su compleja naturaleza.

Kuhn, en su famoso libro *La Estructura de las Revoluciones científicas* publicado en 1962 (1970), presenta la noción de

paradigma, la que parece reemplazar la de teoría científica respecto de su relevancia en el análisis de la ciencia. La noción de paradigma se vincula con la noción de tradición de investigación científica. Los paradigmas distintos, rivales, sucesivos se encuentran, de acuerdo con la caracterización de Kuhn, separados, temporal y conceptualmente, por revoluciones científicas. Los paradigmas definidos por Kuhn constituyen conjuntos de compromisos compartidos. Estos compromisos abarcan compromisos teóricos, creencias, prácticas, valores, intereses, etc. Los paradigmas se expresan en sistemas de conceptos, leyes teóricas, compromisos de existencia y en la misma percepción de la realidad. También involucran aspectos metodológicos como modos de concebir los criterios de evaluación y relevancia, las técnicas experimentales, estrategias de procedimiento, etc. (Cfr. Lombardi y Pérez Ransanz 2012).

Algunas interpretaciones enfatizan que la noción de paradigma recibió muchas críticas por ser considerada imprecisa en su primera formulación y señalan que la noción de paradigma que debe tenerse en cuenta es la que logra corregir, en la *Postdata* a la segunda edición de *La Estructura de las Revoluciones Científicas* de 1969 (1970), la imprecisión inicial, su vaguedad y ambigüedad. Según esta noción revisada, un paradigma es un conjunto de compromisos compartidos por una comunidad científica y una matriz disciplinar, esto es, ciertas soluciones concretas a problemas. Kuhn deja de referirse a los paradigmas y considera más adecuado referirse a la matriz disciplinar. Una matriz disciplinar está compuesta por generalizaciones simbólicas, leyes-esquema que la comunidad de científicos acepta sin discusión. Estos enunciados son formalizables y funcionan como definiciones y como leyes. También se compone de modelos ontológicos o heurísticos que manifiestan las convicciones respecto de lo que existe y su naturaleza, y otorgan a quienes practican determinada disciplina, metáforas y analogías. Incluye asimismo valores metodológicos y los ejemplares o ejemplos compartidos: soluciones concretas que resuelven problemas planteados por la matriz disciplinar. Cuando un paradigma-matriz disciplinar es aceptado por la comunidad, ésta se encuentra trabajando en la resolución de *enigmas* en un período denominado de *ciencia normal*. Los problemas que deben resolverse o enigmas son los que plantea el paradigma-matriz disciplinar como similares a los ejemplos compartidos. Tales problemas se resuelven, también, de modos similares a como se resolvían aquellos: “Mediante esta práctica el paradigma-matriz disciplinar va logrando una mayor precisión y articulación en su interior y con la naturaleza, es decir, va ampliando su campo de aplicación.” (Lorenzano 2004, 117).

Aquellos que no han comprendido las concepciones historicistas en un sentido más bien continuista respecto de la tradición y le han otorgado un significado auténticamente rupturista, han generado otras posiciones respecto de la ciencia que se han alejado por completo de la tradición. En lugar de posar la atención en los elementos teóricos y empíricos de una matriz disciplinar, han considerado que éstos no pueden ser pensados separadamente de la noción de comunidad científica y de aquellos aspectos no formales involucrados en la práctica científica. Esto ha dado lugar a que el análisis sociológico de la práctica científica se considere inseparable del análisis filosófico. Así se puede determinar el origen de la *sociología de la ciencia*, que ofrece su mirada propia respecto de lo que las teorías científicas son.

4.2 La praxis científica desde la perspectiva de la sociología: teorías científicas y valores extra-científicos ↑

A partir de una interpretación radical de la mirada historicista se configura la idea de que la ciencia es una actividad social como cualquier otra y, por lo tanto, debe ser analizada mediante métodos sociológicos. Esto es lo que ha sostenido la *escuela de Edimburgo* o *programa fuerte de la sociología de la ciencia* en la década del 70, cuyos exponentes más importantes fueron David Bloor y Barry Barnes.

De acuerdo con el programa fuerte de la escuela de Edimburgo, las teorías científicas son modelos del mundo que pueden ser puestos a prueba empíricamente en cierto grado. Los hechos no determinan en absoluto la estructura de las teorías científicas, dado que la propia estructura de una teoría puede verse influida por imágenes del mundo dictadas por valores sociales (Shappin y Schaffer 1985), esto es, por intereses que pueden ser filosóficos, políticos, económicos, etc. Se afirma que no debe existir una diferencia en el modo de considerar las afirmaciones de los científicos y el modo de considerar las afirmaciones de, por ejemplo, un pensador religioso o un dirigente político. El abordaje de una teoría científica consiste en insertarla en un sistema más amplio de valores, sistemas religiosos y políticos. Estos valores ejercen una influencia causal en las creencias de una determinada comunidad. No hay nada

propio del conocimiento científico que lo sustraiga del entramado de valores y creencias generales en el cual éste se origina y desarrolla.

El conocimiento no es más que el conjunto de aquellas creencias a las que los seres humanos se aferran cotidianamente y mediante las cuales viven. Se reserva el término "conocimiento" a aquello que es aceptado colectivamente y está institucionalizado, dotado de autoridad (a diferencia de la mera creencia, que es individual e idiosincrásica). La sociología del conocimiento se debe ocupar, según Bloor, de la variación de las ideas de los hombres en relación con el funcionamiento del mundo (cfr. Bloor 1985).

No sólo en la puesta a prueba de una teoría, sino en las propias teorías intervienen valores extra-científicos, valores que no dependen exclusivamente de la ciencia. Los sistemas de creencias *no pueden clasificarse por su racionalidad* (cfr. Dixon 1985), así como tampoco por su proximidad a la realidad en el sentido de la representación, dado que la ciencia no cuenta con modelos satisfactorios de representación precisa del mundo.

Los filósofos y sociólogos de la Escuela de Edimburgo fueron influenciados por los estudios historicistas de la ciencia, pero también por el último Wittgenstein. A pesar de que su posición ha sido y suele ser muy criticada, en tanto el foco puesto en la presencia de valores extra-científicos socava –de acuerdo con las críticas– la posibilidad de abordar racionalmente el análisis de la ciencia y las teorías científicas, se ha generado un campo interesante de análisis filosófico y sociológico sobre la base de la posición de la Escuela de Edimburgo (cfr. Collins 1985, Latour 1987).

4.3 Concepciones pragmáticas: los modelos como mediadores ↑

Para comprender lo que se suele denominar la *concepción pragmática* de las teorías científicas resulta fundamental problematizar la noción de modelo, a la que nos hemos referido a propósito de la concepción semántica. Tanto la concepción sintáctica como la concepción semántica de las teorías científicas adoptan el concepto de modelo acuñado en ciencias formales y lo trasladan a las ciencias fácticas, particularmente, a las naturales. La concepción sintáctica asimila la distinción entre teoría y modelo a la distinción lógica entre sintaxis y semántica. De este modo, los modelos dependen en sentido lógico de la teoría: si la teoría, en tanto sistema axiomático, define la clase de sus modelos, éstos no aportan información adicional significativa que no esté ya contenida en la teoría. De acuerdo con algunos abordajes críticos, la concepción semántica, por su parte, representa un avance respecto de su predecesora en la medida en que la identidad de la teoría ya no depende de su particular presentación formal. No obstante, al identificar la teoría a través de la clase de sus modelos, la distinción entre teoría y modelo colapsa (Suárez 1999, 172-173).

Nancy Cartwright (1983, 1999) sostiene que las teorías científicas no conforman la unidad de análisis de la filosofía de la ciencia, sino que ésta está dada por los modelos, considerados desde una perspectiva pragmática. Las teorías científicas no deben ser comprendidas como conjuntos de leyes, dado que así comprendidas no pueden dar cuenta del poder predictivo y explicativo que se les atribuye. Sostiene que el filósofo debe atender a los modelos y no a las teorías: "Explicar un fenómeno es encontrar un modelo que lo haga encajar dentro del marco básico de la teoría y que nos permita, por lo tanto, derivar algo análogo para las leyes fenomenológicas desordenadas y complicadas que son verdaderas respecto de él" (Cartwright 1983, 152).

Olimpia Lombardi (1998, 2010), por su parte, ha argumentado que el modo tradicional de concebir los modelos en ciencias fácticas (a imagen de los modelos en ciencias formales) no resulta suficientemente rico como para capturar las múltiples y específicas funciones que cumplen los modelos en la investigación y la práctica en ciencias fácticas (cfr. Morrison 1999, Suárez 1999). Su concepción de los modelos, así como la de Cartwright, contribuye a la idea de que los modelos son *mediadores entre teoría y realidad*.

A diferencia de la postura tradicional, que hace depender estrechamente el modelo de la teoría (hasta incluso hacer colapsar ambos conceptos), la propuesta de que los modelos son *mediadores* considera que un modelo es modelo *de* un sistema real *para* una teoría (cfr. Lombardi 1998, Morgan y Morrison 1999). Desde esta perspectiva, las teorías no se vinculan inmediatamente con las entidades reales, sino que refieren a un modelo, que es modelo *de* un sistema real. El modelo es un objeto abstracto, conceptualmente construido, en el cual se consideran como variables sólo los factores relevantes, a veces se suponen las propiedades de los elementos inobservables del sistema real, e incluso en

algunos casos se introducen entidades ideales inexistentes en la realidad. Según esta posición, en la construcción de un modelo aparecen involucradas distintas operaciones, tales como el recorte y la simplificación del sistema, la identificación como caso límite de fenómenos en principio disímiles, o la postulación de entidades ideales o de estructuras (Lombardi 2010). La variedad de operaciones evidencia que la relación de representación entre modelo y sistema real no puede ser concebida como una relación "pictórica", donde a cada elemento del modelo corresponde un elemento del sistema real, sino que entre ambos se da una relación más compleja, una relación de sistema a sistema. En esta relación, algunas variables del sistema real pueden estar ausentes en el modelo (por ejemplo, como resultado del recorte y la simplificación del sistema real) y, a su vez, algunas variables del modelo pueden no poseer su correlato en el sistema real (éste es el caso típico de modelos que introducen entidades no directamente observables, cuyas propiedades no pueden ser determinadas por vía empírica en el sistema real). Existe una correspondencia *holística* entre modelo y sistema real, que se manifiesta más claramente en formulaciones de mayor nivel teórico.

De acuerdo con esta concepción, la función principal de los modelos como mediadores entre teoría y realidad consiste en permitir el uso de una teoría científica para la explicación de un fenómeno natural a través de una conceptualización de tal fenómeno. Margaret Morrison identifica las características principales de los modelos como mediadores (para verlas en detalle, cfr. Morrison 1999, 2005), y sostiene, junto con Mary Morgan, que los modelos son autónomos, ya que son parcialmente independientes tanto de las teorías como del mundo. Por esta razón, pueden ser usados para explorar ambos dominios (Morrison y Morgan 1999). Y puesto que un modelo es portador de un conocimiento "local" específico, posee una naturaleza híbrida (ni teoría, ni realidad): el modelo adquiere vida por sí mismo y se hace manifiesto su papel como mediador (Morrison 1999, 44).

Según Marcel Boumans (1999), un modelo incluye muchísimos elementos de muy diversa índole: concepciones políticas, técnicas y conceptos matemáticos, metáforas, analogías, etc., ciertamente mucho más que teoría y datos empíricos. Tanto las teorías como los modelos contienen componentes no formales. El autor considera que importan los aspectos o factores no formales de las teorías científicas. Éstos, ausentes en las concepciones tradicionales, suelen destacarse desde una perspectiva pragmática.

La concepción pragmática abona un pluralismo respecto de las teorías, así como un pluralismo respecto de los modelos. Se suele presentar la visión pragmática como una visión sobre la ciencia que actualmente se encuentra en pleno desarrollo. En síntesis, de acuerdo con esta visión, los científicos en su práctica usan una variedad de teorías y modelos –que incluyen elementos no formales– con propósitos diferentes; la ciencia y el conocimiento, en general, son comprendidos como procesos plurales, y la investigación científica se concibe como inseparable de factores sociales.

4.4 Otra concepción pragmática: los sistemas de prácticas ↑

En el marco de una perspectiva pragmática respecto de cómo comprender la ciencia, se destaca en la actualidad la noción de *sistema de prácticas* propuesta por Hasok Chang (2012). La posición epistemológica de este autor se desarrolla en el marco del protagonismo cada vez mayor que adquieren en la actualidad las filosofías de las ciencias especiales (la filosofía de la química, de la biología, de la física, etc.). Chang desarrolla su noción de sistema de prácticas considerando la historia y la actualidad de la química, donde quizás la tradicional noción de teoría proveniente de la concepción heredada o incluso de la concepción semántica encuentra poco lugar.

Un sistema de prácticas es caracterizado por Chang como "un conjunto coherente e interactivo de actividades epistémicas que se proponen alcanzar ciertos propósitos. Cada sistema encarna una explicación de un determinado aspecto de la realidad, que constituye su objeto de investigación, así como los métodos para crear y utilizar tales explicaciones." (Chang 2012, 260). La elección de Chang de referirse a sistemas de prácticas en lugar de referirse a teorías científicas es consistente con su concepción del conocimiento, según la cual éste debe ser comprendido más como habilidad que como creencia. Si bien Chang afirma que no hay mucha diferencia entre "saber cómo" o "saber hacer" (*know how*) y "saber qué" (*know what*), cierto es que el saber hacer algo no requiere necesariamente saber proposicional, ni tampoco lo genera: "podemos saber cómo fundir hierro sin, de este modo, obtener ninguna idea precisa acerca de la temperatura a la que aquello ocurre." (Chang 2004, 150). El abandono de la idea tradicional del conocimiento como saber proposicional es consistente con su abandono de la noción de verdad en ciencia, dado que

no tiene sentido predicar verdad o falsedad de una habilidad o práctica.

Chang define la noción de sistema de prácticas en el contexto de ciertas ideas generales sobre la ciencia, especialmente en el contexto de la adopción de un *pluralismo ideológico* y un *realismo activo*, consistentes en propugnar el cultivo de múltiples sistemas de prácticas. Según esta perspectiva, debe abandonarse por completo la idea de que la adopción de un sistema de prácticas obliga al rechazo de un sistema de prácticas alternativo. Por el contrario, es conveniente cultivar simultáneamente sistemas de prácticas tan inconmensurables entre sí como sea posible.

La noción de sistema de prácticas y el abandono de una noción correspondentista de la verdad recogen la peculiaridad de la actividad científica propia de disciplinas científicas como la química, basadas más bien en el *hacer*, inclusive en el *crear* nuevas entidades, que en *describir* y *predecir* el comportamiento de lo que existe con independencia de nuestras acciones. Recordemos que la descripción y explicación de las regularidades de los fenómenos, así como la predicción de nuevos fenómenos eran consideradas los objetivos de la ciencia de acuerdo con la concepción heredada, lo que permitió generar una noción de teoría científica acorde con tales propósitos. Desde la perspectiva de Chang, es posible tener éxito en ciencia sin conocer jamás la verdad. El ideal del realismo activo y el pluralismo ideológico del autor no es alcanzar descripciones verdaderas de la realidad, sino la búsqueda continua y *pluralista* de un conocimiento entendido en términos de *praxis*: para el desarrollo científico es más fértil ofrecer múltiples sistemas de práctica, incompatibles entre sí. La propia práctica científica muestra la fecundidad de tal estrategia metodológica.

En relación con la estructura y naturaleza de las teorías científicas, es importante la posición de Chang en tanto habilita un nuevo modo de comprenderlas y ponerlas en cuestión: desde la especificidad de la propia disciplina. Cuando se busca elucidar cuál es la estructura y naturaleza de una teoría científica, se busca elucidar lo que *una teoría cualquiera* es, es decir, se busca un concepto *universal* de teoría científica, aplicable a (o al que debe adaptarse) toda teoría científica, proveniente de cualquier disciplina. Un desafío de la preponderancia actual de las filosofías especiales de las ciencias quizás sea el de abandonar la pretensión de buscar nociones generales, como la de teoría científica, que atraviese todas las disciplinas de la ciencia.

5 Conclusiones: Relaciones entre las diversas concepciones sobre las teorías científicas ↑

Si estos modos de comprender las teorías científicas deben considerarse excluyentes o complementarios, es una pregunta que cabe responder atendiendo, por un lado, a lo que defensores de unos y otros han afirmado, así como también a las diferencias que implican en cuanto a modos generales de comprender la ciencia. Por ejemplo, algunos defensores de la concepción semántica de las teorías científicas, como se ha mencionado ya, pretenden que su visión incluya los aciertos de la concepción heredada y los aciertos de las posiciones de los historicistas. Afirman, incluso, que algunas de las ideas de los propios historicistas no son tan rupturistas respecto de la concepción heredada, que tal ruptura se debe o bien a una interpretación errónea o a una radicalización de algunas ideas. Otros lectores de las posiciones historicistas encuentran en ellas el fracaso absoluto de todo intento de formalización de las teorías científicas, dando lugar a estudios filosóficos sobre la ciencia que necesariamente deben incluir los factores no formales, considerando que las teorías y sus aspectos formales son sólo una pequeña parte, entre otras, de la praxis científica.

Halvorson, quien actualmente defiende una versión de la concepción sintáctica de las teorías científicas, siguiendo a Craver (2008) y Lutz (2015), sostiene que "las concepciones sintáctica y semántica son intentos de capturar aspectos del teorizar científico, no la esencia de la teorización científica. Consecuentemente, estos enfoques no deben ser vistos como competidores." (2015, 15). En este sentido, afirma que "las mejores versiones de las concepciones sintáctica y semántica de las teorías presentan elementos comunes, y ambos análisis son útiles en ciertas discusiones filosóficas". (2015, 26).

Por su parte, algunos defensores de concepciones pragmáticas acerca de la ciencia, como por ejemplo Mauricio

Suárez (1999) y Lombardi (1998, 2010), consideran que la concepción sintáctica y la concepción semántica no se alejan entre sí tanto como los semanticistas pretenden, y que ambas resultan insuficientes para un abordaje de lo que las teorías científicas realmente son. Las concepciones pragmáticas, así como las posiciones que continúan algunas ideas propias del historicismo o se han visto influenciadas por éste, suelen resaltar la insuficiencia filosófica de los análisis formalistas.

Se podría afirmar, también, que todas o algunas de estas líneas podrían combinarse, en tanto cada una resalta aspectos diferentes de la ciencia y las teorías científicas. Sin embargo, si se atiende a las diferencias que implican estas visiones en cuanto a lo que sostienen que la ciencia es, suelen sobresalir diferencias irreconciliables, que tienen consecuencias para pensar una variedad de problemas que emergen de una reflexión filosófica sobre la ciencia, tales como el problema del realismo, el problema del papel que juega -si alguno- la verdad, el problema del progreso, el problema de la reducción entre teorías y entre disciplinas.

Resulta interesante señalar que son contradictorias las respuestas a la pregunta de si es posible combinar estos enfoques o si son excluyentes, que se dan tanto por parte de los involucrados en el debate, como por parte de análisis externos a ellos. Del mismo modo, resulta una pregunta que puede permanecer abierta en la medida en que hay quienes defienden la concepción sintáctica de las teorías científicas aún en la actualidad y sin dudas están en desarrollo las concepciones semanticistas y las concepciones alternativas –críticas y pragmáticas- respecto de lo que las teorías científicas y la ciencia, en general, son.

6 Bibliografía ↑

Achinstein, Peter. 1968. *Concepts of Science: A Philosophical Analysis*. Baltimore: John Hopkins Press.

Balzer, Wolfgan, Carlos Ulises Moulines, Joseph D. Sneed. 1987. *An Architectonic for Science: The Structuralist Program*. Reidel: Dordrecht.

Bloor, David. 1985. “El Programa Fuerte en la Sociología del Conocimiento”. En *La Explicación Social del Conocimiento*. Olivé, L. (comp.). México: UNAM.

Beth, Evert. 1960. “Semantics of Physical Theories.” *Synthese* 12: 172-175.

Boumans, Marcel. 1999. “Built-In Justification.” En *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*, editado por Mary Morgan and Margaret Morrison, 66-96. Cambridge: Cambridge University Press.

Braithwaite, Richard. B. 1953. *Scientific Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Brown, Harold. 1983. *La Nueva Filosofía de la Ciencia*. Madrid:Tecnos.

Carnap, Rudolf. 1937. *The Logical Syntax of Language*. London: Kegan Paul, Trench, & Trübner.

Carnap, Rudolf. 1956. “The Methodological Character of Theoretical Concepts.” En *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. Vol. 1, editado por Herbert Feigl y Michael Scriven, 38-76. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Carnap, Rudolf. 1966, *Philosophical Foundations of Science*, New York: Basic Books; repr. as *An Introduction to the Philosophy of Science*, 1972; repr. New York: Dover, 1996.

Carnap, Rudolf. 1967 [1928], *The Logical Structure of the World*, translated by R.A. George, Berkeley, CA: University of California Press. Original: *Der logische Aufbau der Welt*, Leipzig: Felix Meiner.

Cartwright, Nancy. 1983. *How the laws of physics lie?* Oxford: Oxford University Press.

Cartwright, Nancy. 1999. *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Cassini, Alejandro. 2006. *El juego de los principios. Una introducción al método axiomático*. Buenos Aires: A-Z.

Chang, Hasok. 2004. *Inventing temperature: Measurement and scientific progress*. New York: Oxford University Press.

Chang, Hasok. 2012. *Is water H2O? Evidence, Realism and Pluralism*. Dordrecht: Springer.

Coffa, Alberto J. 1991. *The Semantic Tradition From Kant to Carnap: To the Vienna Station*. Cambridge: Cambridge University Press.

Collins, Harry. 1985. *Changing order: Replication and Induction in Scientific Practice*. London: Sage.

Craver, Carl F. 2008. "Structures of scientific theories." In *The Blackwell guide to the philosophy of science*, edited by Peter Machamer and Michael Silbertstein, 55–79. John Wiley & Sons.

Creath, Richard. 2014. "Logical Empiricism". En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), editado por E. N. Zalta. URL:http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/logical-empiricism/

Da Costa, Newton C. A., Steven French. 2003. *Science and Partial Truth: A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*. New York: Oxford University Press.

Díez Calzada, José A. 1997. "La concepción semántica de las teorías científicas." *Éndoxa: Series Filosóficas* 8: 41-91.

Dixon, Keith. 1985. "La sociología de la ciencia". En *La Explicación Social del Conocimiento*. Olivé, L. (comp.). México: UNAM.

Einstein, Albert. 1934. "On the Method of Theoretical Physics." *Philosophy of Science*, 1 (2): 163–169.

Einstein, Albert. 1936. "Physik und Realität." *Journal of The Franklin Institute*, 221 (3): 313–347. Traducido por J. Piccard, "Physics and Reality." *Journal of the Franklin Institute*, 221 (3) (1936): 349–382.

Feigl, Herbert, Michael Scriven, and Grover Maxwell (eds.). 1958. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (Volume 2), Minneapolis: University of Minnesota Press.

Feyerabend, Paul K. 1962. "Explanation, reduction, and empiricism." En *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 3, editado por Herbert Feigl, Michael Scriven, and Grover Maxwell, 28-97. Dordrecht: Reidel. [Reimpreso en *Realism, Rationalism & Scientific Method*. *Philosophical Papers*. Vol. 1. Cambridge: Cambridge University Press, 1981].

Friedman, Michael. 1983. *Foundations of Space-Time Theories: Relativistic Physics and Philosophy of Science*. Princeton: Princeton University Press.

Friedman, Michael. 1999. *Reconsidering Logical Positivism*. New York: Cambridge University Press.

Frigg, Roman, Ioannis Votsis. 2011. "Everything You Always Wanted to Know about Structural Realism but Were Afraid to Ask." *European Journal for Philosophy of Science*, 1 (2): 227-276.

Giere, Ronald. 1988. *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press.

Giere, Ronald. 1999. *Science without Laws*. Chicago: University of Chicago Press.

Giere, Ronald. 2006. *Scientific Perspectivism*. Chicago: University of Chicago Press.

Halvorson, Hans. 2012. "What Scientific Theories Could Not Be." *Philosophy of Science* 79 (2): 183–206.

Halvorson, Hans. 2013, "The Semantic View, if Plausible, is Syntactic." *Philosophy of Science* 80 (3): 475–478.

Halvorson, Hans. 2015. "Scientific theories," in *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, edited by Paul

Humphreys. doi:10.1093/oxfordhb/9780199368815.013.33

Hanson, Norwood R. 1958. *Patterns of Discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hempel, Carl. 1952. *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, Chicago: University of Chicago Press.

Hempel, Carl. 1958. "The Theoretician's Dilemma." En *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (Volume 2), editado por Herbert Feigl, Michael Scriven, and Grover Maxwell, 37-98. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Hempel, Carl. 1966, *Philosophy of Natural Science*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Hempel, Carl. 1970. "On the 'Standard Conception' of Scientific Theories." En *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. Vol. 4, editado por Michael Radner y Stephen Winokur, 142-163. Minneapolis: University of Minnesota Press. [Reimpreso en *The Philosophy of Carl G. Hempel: Studies in Science, Explanation, and Rationality*, 218-236. New York: Oxford University Press, 2001].

Hermes, Hans. 1938. *Eine Axiomatisierung der allgemeinen Mechanik* (Forschungen zur Logik und zur Grundlegung der exacten Wissenschaften, Heft 3). Leipzig: S. Hirzel.

Hermes, Hans. 1959. "Zur Axiomatisierung der Mechanik." En *The Axiomatic Method with Special Reference to Geometry and Physics: Proceedings of an International Symposium Held at the University of California, Berkeley, December 26, 1957–January 4, 1958*, editado por Leon Henkin, Patrick Suppes y Alfred Tarski, 282-290. Amsterdam: North Holland.

Jammer, Max. 1961. *Concepts of Mass in Classical and Modern Physics*. Cambridge: MA: Harvard University Press. [Reimpreso en Dover 1997].

Klimovsky, Gregorio y Guillermo Boido. 2005. *Las Desventuras del Conocimiento Matemático*. Buenos Aires: , A-Z.

Kuhn, Thomas (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, 2ª. ed., Chicago: The University of Chicago Press.

Ladyman, James. 2014. "Structural Realism". En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), editado por E. N. Zalta. URL = http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/structural-realism/

Latour, Bruno. 1987. *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press

Legris, Javier. 2001. *Deducción y Representación. Una Introducción a la Lógica de Primer Orden*. Buenos Aires: Economizarte.

Lombardi, Olimpia. 1998. "La noción de modelo en ciencias". *Educación en Ciencias* 4 (II): 5-13.

Lombardi, Olimpia. 2010. "Los modelos como mediadores entre teoría y realidad." En *Modelos Científicos*, editado por Lydia Galagovsky, 83-94. Buenos Aires: Editorial Lugar.

Lombardi, Olimpia y Pérez Ransanz, Ana Rosa. 2012. *Los Múltiples Mundos de la Ciencia. Un Realismo Pluralista y su Aplicación a la Filosofía de la Física*. México: Siglo XXI.

Lorenzano, Pablo. 2004. *Filosofía de la Ciencia*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Lorenzano, Pablo. 2013. "The Semantic Conception and the Structuralist View of Theories: A Critique of Suppe's Criticisms." *Studies in History and Philosophy of Science* (Part A), 44: 600–607.

Lutz, Sebastian. 2012. "On a Straw Man in the Philosophy of Science: A Defense of the Received View," HOPOS: *The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, 2 (1): 77–120.

Lutz, Sebastian. 2014. "What's Right with a Syntactic Approach to Theories and Models?" *Erkenntnis*, 79 (8

supplement): 1475–1492.

Lutz, Sebastian. 2015. “What was the syntax-semantics debate in the philosophy of science about?” URL: http://philsci-archive.pitt.edu/11346/

Morgan, Mary y Margaret Morrison. eds. 1999. *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*. New York: Cambridge University Press.

Morrison, Margaret. 1999. “Models as autonomous agents.” En *Models as Mediators*, editado por Mary Morgan y Margaret Morrison, 38-65. New York: Cambridge University Press.

Morrison, Margaret. 2005. “Approximating the real: the role of idealization in physical theory.” En *Idealization XII: Correcting the Model. Idealization and Abstraction in the Sciences*, editado por Martin R. Jones y Nancy Cartwright, 145-172. Amsterdam: Rodopi.

Morrison, Margaret y Mary Morgan. 1999. “Models as mediating instruments.” En *Models as Mediators*, editado por Mary Morgan y Margaret Morrison, 10-37. New York: Cambridge University Press.

Moulines, Carlos U. 1975. "A Logical Reconstruction of Simple Equilibrium Thermodynamics", *Erkenntnis* 9 (1):101 - 130.

Moulines, Carlos U. 2002. “Introduction: Structuralism as a Program for Modelling Theoretical Science.” *Synthese* 130 (1): 1–11.

Nagel, Ernest. 1961. *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York: Harcourt, Brace & World. [Reimpreso en: Indianapolis: Hackett, 1979.]

Nagel, Ernest. 1979, “Issues in the Logic of Reductive Explanations.” En *Teleology Revisited and Other Essays in the Philosophy and History of Science*, 95-117. New York: Columbia University Press.

Olivé, León y Ana Rosa Pérez Ransanz, eds. 1989. *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. Madrid: Siglo XXI.

Pereda, Carlos. 2013. “Ulises Moulines y la concepción estructural de las teorías científicas.” En *La filosofía en México en el siglo XX: Apuntes de un participante*, 200-212. Mexico City: CONACULTA (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes).

Putnam, Hilary. 1962. “What Theories are Not.” En *Logic, Methodology and Philosophy of Science: Proccedings of the 1960 International Congress*, editado por Ernst Nagel, Patrick Suppes y Alfred Tarski, 240–251. Stanford: Stanford University Press.

Putnam, Hilary. 1999. “Problems with the observational/theoretical distinction.” En *Scientific Inquiry*, editado por Robert Klee, 25-29. New York: Oxford University Press.

Reichenbach, Hans. 1965 [1920]. *The Theory of Relativity and A Priori Knowledge*. Berkeley: University of California Press. Original: *Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori*. Berlin: Springer.

Reichenbach, Hans. 1969 [1924]. *The Axiomatization of the Theory of Relativity*. Berkeley-Los Angeles: University of California Press. Original: *Axiomatik der relativistischen Raum-Zeit-Lehre*. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn.

Schaffner Kenneth F. 1969. “Correspondence Rules.” *Philosophy of Science* 36 (3): 280–290.

Schaffner, Kenneth F. 1976. “Reductionism in biology: Prospects and problems.” En *PSA 1974*, editado por Robert S. Cohen et al, 613-632. Dordrecht: Reidel Publishing Company.

Schaffner, Kenneth F. 1993. *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*, Chicago: Chicago University Press.

Schmidt, Heinz-Juergen. 2014, “Structuralism in Physics”. En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014

Edition), editado por E. N. Zalta. URL = http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/physics-structuralism/

Shappin, Steven y Schaffer, Simon. 1985. *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the experimental life*. Princeton: Princeton University Press.

Sneed, Joseph. 1979, *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht: D. Reidel, 2nd edition.

Stegmüller, Wolfgang. 1979, "The Structuralist View: Survey, Recent Developments and Answers to Some Criticisms." En *The Logic and Epistemology of Scientific Change*, editado por Ilkka Niiniluoto y Raimo Tuomela, 113-129. Amsterdam: North Holland.

Suárez, Mauricio. 1999, "The role of models in the application of scientific theories: epistemological implications." En *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*, editado por Mary Morgan y Margaret Morrison, 168-195. New York: Cambridge University Press.

Suppe, Frederick. 1977. *The Structure of Scientific Theories*. Second Edition. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.

Suppe, Frederick. 1989. *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.

Suppes, Patrick. 1957. *Introduction to Logic*. New York: Van Nostrand. [Reimpreso en New York: Dover, 1999.]

Suppes, Patrick. 1967. "What is a scientific theory?" En *Philosophy of Science Today*, editado por Sidney Morgenbesser, 55-67. New York: Basic Books.

Suppes, Patrick. 1969. *Studies in the Methodology and Foundations of Science: Selected Papers from 1951 to 1969*. Dordrecht: Reidel.

Suppes, Patrick. 2002. *Representation and Invariance of Scientific Structures*. Stanford: CSLI Publications.

Uebel, Thomas. 2014, "Vienna Circle". En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), editado por E. N. Zalta. URL = http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/vienna-circle/

Van Fraassen, Bas. C. 1970. "On extension on Beth's semantics of physical theories", *Philosophy of science* 37, 325-339.

Van Fraassen, Bas C. 1972, "A Formal Approach to the Philosophy of Science". En *Paradigms and Paradoxes: The Philosophical Challenge of the Quantum Domain*, editado por Robert Colodny, 303-366. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Van Fraassen, Bas C. 1980. *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press.

Van Fraassen, Bas C. 1989. *Laws and Symmetry*. Oxford: Clarendon Press.

Van Fraassen, Bas C. 2008. *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*. Oxford: Clarendon Press.

Winther, Rasmus Grønfeldt. 2016. "The Structure of Scientific Theories". En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2016 Edition), editado por E. N. Zalta. URL = http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/structure-scientific-theories/

7 Cómo Citar ↑

Córdoba, Mariana. 2016. "Teorías científicas". En Diccionario Interdisciplinar Austral, editado por Claudia E. Vanney,

Ignacio Silva y Juan F. Franck. URL=http://dia.austral.edu.ar/Teorías_científicas

8 Derechos de autor ↑

DERECHOS RESERVADOS Diccionario Interdisciplinar Austral © Instituto de Filosofía - Universidad Austral - Claudia E. Vanney - 2016.

ISSN: 2524-941X

9 Herramientas académicas ↑

Entradas relacionadas:

Modelos científicos

Realismo científico

10 Agradecimientos ↑

Agradezco al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a la Universidad de Buenos Aires (UBA), a la Dra. Olimpia Lombardi, y al Consejo Editorial del Diccionario Interdisciplinario Austral por permitirme contribuir con esta voz.