

La concepción modelo-teórica de las teorías científicas: sobre la noción de modelo.

Resumen: En este trabajo se pretende elucidar la noción de modelo, la cual es central en la separación entre la “concepción heredada”, de corte sintáctico, y las nuevas “concepciones semánticas” de las teorías científicas. Además de que se intenta ver su uso formal y “en la práctica” a la hora de reconstruir formalmente teorías científicas y su significación para comprender la que es, como dice Frederick Suppe en su influyente *La estructura de las teorías científicas*, la cuestión central o propia de la filosofía de la ciencia, a saber, “la naturaleza o estructura de las teorías científicas”.

Abstract: In this paper I intend to clarify the notion of model which is central in the separation between the “received view” (or syntactic) and the new semantic view of the scientific theories. Also I intend to see the formal and “in the practice” uses of the concept of model at the time to formally reconstruct scientific theories and his significance for understand what it is according to Frederick Suppe (*The Structure of Scientific Theories*), the central question for the philosophy of science, i.e., “the nature or structure of the scientific theories”.

Palabras clave: modelos, concepción heredada, concepciones semánticas, modelo-teórico

Keywords: model, received view, semantic conception of theories, model-theoretic

Introducción

En este trabajo se verá la distinción que se traza entre, por una parte, la así llamada “concepción heredada”(1) de las teorías científicas en filosofía de la ciencia que sostiene, grosso modo, que una teoría científica es un conjunto de enunciados (o proposiciones) de los cuales, si se axiomatiza la teoría, unos son los axiomas y otros las deducciones lógicas de estos o, en otra perspectiva, las leyes de la teoría de la que se desprenden dichas conclusiones (o las

hipótesis centrales, etc.) a partir de sus relaciones lógicas y, por otra parte, las así llamadas “concepciones semánticas” (o semanticistas) que comprenden las teorías científicas a partir de un análisis de los modelos. Por este motivo me detendré con especial atención en la noción de modelo, la cual es esencial en el cómo se identifican y analizan las teorías (y por extensión las ciencias en un sentido más amplio) por parte de estos dos acercamientos metacientíficos. Es necesario aclarar que la “concepción

heredada” no será analizada aquí sino de un modo muy ancilar y a partir de sus diferencias con las concepciones modelo-teóricas, pues mi objetivo es dilucidar la noción de modelo. También se debe considerar que se ha hecho uso de este concepto o, si se quiere, término en los más diversos campos, aquí me ocuparé de uno particular. Así como se verá que el hecho de que se hable de modelos no necesariamente determina que sea una concepción semanticista o sintáctica de las teorías, sino que esto radica en la noción que se maneje de modelo y en el papel que juegue en el análisis.

1. Antecedentes

En su texto introductorio a las nociones semanticistas Emma Ruttkamp (*A model-theoretic realist interpretation of science*) nos remite a la noción tarskiana de *modelo* como base de la *noción lógica de modelo* que luego será retomada por las corrientes que aquí nos interesa, dice:

“One intuitive idea of a model is a possible interpretation in which a theory is satisfied in the Tarskian sense, that is, according to Tarski (1956) a model of a sentence in some appropriate language is a possible interpretation of the language in which the sentence of the language are satisfied.” (2002, 1)

Y continúa diciendo:

“This is the basis of model-theoretic analyses of scientific theories, i.e. a model of a theory

is a possible interpretation in which all sentences of the theory are satisfied (i.e., in which the sentences are "true"). Model theory was initially developed for explicitly constructed formal languages with the purpose of studying certain mathematical issues, until Evert Beth and others initiated the application of model theory to semantic analyses of so-called "empirical" scientific theories.” (2002, 1)

Podríamos, por tanto, rastrear su significación actual (en el ámbito metacientífico particular que tratamos aquí) al análisis desde la lógica que plantea Alfred Tarski en el sentido de “satisfacción” o “cumplimiento” de una interpretación dada por parte de una teoría, recuérdese que Tarski está discutiendo o trabajando sobre la noción y significado de “verdad”, iniciando así una corriente semántica o semanticista de la verdad (2).

Ahora bien, véanse que en la segunda cita se dice que si bien inicia con el análisis lógico de las matemáticas se extiende al análisis de las teorías de las ciencias empíricas, esto en un principio por los problemas que se habían ya detectado en el modo sintacticista de analizar las teorías científicas. (3) Es también importante tener presente que estamos hablando de corrientes que nacen hacia 1960 y se desarrollan en los 70 y 80. Y también es llamativo en el planteamiento de Ruttkamp que se hable de las “oraciones” o “enunciados” (4) de una teoría, pero esto será tratado más adelante.

Uno de esos “otros” que “inician la aplicación de la teoría de modelos al análisis semántico de las ciencias empíricas” es Patrick Suppes, para quien no es sólo lo que habría que discutir sino que también ahí radicarían las diferencias entre las diversas disciplinas científicas, es decir, en cómo se entienden los “modelos”, en “su uso del concepto”. Por otra parte, como se verá, para algunas concepciones la determinación de los *modelos* nos brindará la “identidad de las teorías” (5), para decirlo de algún modo, dice Suppes:

“Roughly speaking, a model of a theory may be defined as a possible realization in which all valid sentences of the theory are satisfied, and a possible realization of the theory is an entity of the appropriate set-theoretical structure.” (1962, 252)

Véase que la noción es básicamente la tarskiana pero ampliando su espectro así como también se remite a las “sentences” de la teoría, lo que claramente nos indica que la distinción no radica en que se toma a la teoría como un conjunto de enunciados o no, sino en cómo se la identifica como tal.

Ahora bien, basta tomar en cuenta las citas que hace Suppes (1960) al inicio de uno de los primeros textos que se ocupan del tema explícitamente (de los modelos desde un punto de vista epistemológico, pues hay diversos tratamientos previos, v.gr. el ya mencionado de Alfred Tarski) para ver que el término se ha usado en el lenguaje científico de muy diversas

maneras, lo que, dicho sea de paso, sigue haciéndose. En este trabajo en particular se lo tomará como partiendo de la noción tarskiana, replanteado y ampliado por la de Suppes y desarrollándose en las así llamadas concepciones semánticas.

2. La noción de modelo en las concepciones semánticas

Como se ha planteado, la concepción modelo-teórica tiene en Patrick Suppes a uno de sus padres, esta concepción parte, en sus primeros trabajos al respecto, de hacer un cambio en el modo de aproximarse a las teorías científicas, en este sentido Lorenzano plantea resumidamente y dando una visión general al respecto que:

“En vez de cuestionarse inicialmente cómo son las leyes de la ciencia, la teoría de conjuntos adoptada a la manera de lenguaje básico gira la pregunta a cuáles son los *elementos* de una teoría, ya que todo conjunto se define por la *clase* de cosas que abarca.

Nótese el cambio efectuado: anteriormente se buscaba la forma lógica de una teoría, y luego se llegaba, deductivamente, al nivel en que hablaba de un individuo. De *todos* en la ley, a *uno* o *algunos* después de la deducción.

Ahora se intenta comprender qué sea un elemento de la mecánica clásica de partículas o de la teoría infecciosa de las enfermedades o de la teoría de la evolución.

De allí se sigue lo que es cada una de estas teorías: el conjunto de todos sus elementos.

El enfoque va a recibir, por este motivo, una denominación genérica. Ya que su preocupación es por aquello de lo que trata la teoría –sus elementos–, será un punto de vista *semántico*.” (1995, 142)

Véase que también se da un cambio en el modo formal-matemático, que tiene que ver con un avance en las matemáticas y que es tomado por los filósofos de la ciencia tal y como se hizo en sus inicios con los avances de la lógica por parte del positivismo lógico, es decir que se continua con la tradición formalista clásica pero con las nuevas herramientas que le brinda la teoría de conjuntos, la cual ha sido utilizada por el grupo Bourbaki para formalizar las matemáticas dándoles un lenguaje común como pretendían los logicistas clásicos, así se da un giro en la mirada metacientífica que no es que excluya los enunciados, las leyes u otros de los componentes principales de la concepción heredada, sino que se centra en los modelos como primer punto en la identificación de una teoría, esto aunado al hecho de hacer uso de otras herramientas formales, en el caso particular de la corriente que inicia Suppes de la teoría de conjuntos.

Ahora bien, tal y como se ha planteado hasta ahora, la noción de modelo parte más bien de la perteneciente a la lógica y a la teoría de modelos más específicamente, sin embargo se

extiende al análisis de teorías científicas y esto diversifica las posibilidades de análisis, en este sentido apunta Pablo Lorenzano en su texto *The semantic conception and the structuralist view of theories: A critique of Suppe’s criticisms* hacia el hecho de que este acercamiento amplia y hace más fructífero el análisis, dice:

“The nature, function, and structure of theories can be better understood when their meta-theoretical characterization, analysis or reconstruction is centered on the models that they determine and not on a particular set of axioms or linguistic resources through which they do it.

Since the notion of model is fundamentally a semantic notion (something is a model of a claim or sentence if the claim is true for it), and its most frequent analysis is made by model theory, this new approach which emphasizes the importance of models in the analysis of science is called a semantic or model-theoretic conception. In contrast, the received view of theories is called syntactic because it characterizes theories as sets of sentences or statements and it places general emphasis on the linguistic-syntactic aspects.” (2013, 603)

Pero lo que se entiende por modelo en un sentido más específico es un “sistema o estructura, un trozo de la realidad constituido por entidades de diverso tipo, que realiza una

teoría o conjunto de axiomas en el sentido de que en dicho sistema "pasa lo que la teoría dice" o, más precisamente, la teoría es verdadera en dicho sistema." (Díez & Moulines, 1997, 283) Se puede ver que sigue teniendo un significado similar al que se plantea desde Tarski, pero ahora aplicado a teorías que hablan sobre "algo empírico", esto además tendrá un matiz, ramificaciones y aplicaciones diversas en diferentes enfoques de la "familia" semanticista. Además de que el tema del realismo tiene diversos enfoques dentro de esta familia, desde quienes le defienden como la ya mencionada Ruttkamp, quienes defienden la postura contraria, como van Fraassen y quienes sostienen que no es necesario comprometerse con una postura u otra, pero aquí la verdad se trata semánticamente, tal y como lo establece Tarski.

Nótese que para que un modelo sea modelo de una teoría debe a su vez cumplir una serie de requisitos mínimos, continúan Díez & Moulines en su *Fundamentos de filosofía de la ciencia*:

"Para que un sistema pueda siquiera ser modelo de una teoría es necesario que tenga el tipo lógico apropiado, es decir, que esté constituido por entidades del mismo tipo lógico que los términos primitivos de la teoría, pues las entidades del sistema son 'el significado en el sistema', esto es la *interpretación* de los términos de la teoría. Si la teoría contiene relatores diádicos y en el

sistema no hay relaciones binarias es obvio que ni siquiera podemos ponernos a ver si la teoría es verdadera o falsa en dicho sistema." (1997, 284)

Aquí queda más claramente expresado el carácter semántico de esta corriente cuando se hace referencia al "significado del sistema", así como también se pone de manifiesto el rescate de la formalización que se hace, aunque hay que tener en cuenta que no todas las corrientes de la así llamada familia semanticista necesariamente echan mano de la formalización de igual modo, lo que sí es claro es que se encuentra en sus cimientos, si pensamos por ejemplo en la obra de Suppes. Ahora bien, claro que los modelos de la teoría T son aquellos que se comportan tal y como dice T, pues son las realizaciones de dicha teoría (Díez & Moulines, 1997, 284-285), es aquello de lo que habla la teoría pero también podría no ser el caso.

Hay que recordar que si bien el enfoque es diferente del de la concepción heredada parte de intentar dar soluciones más satisfactorias a problemas planteados por esta, así como a ampliar el espectro de lo que es pertinente para la metateoría científica, por ejemplo: en el caso de la axiomatización de las teorías, ligado también a la formalización de las mismas pero dando otro enfoque, como plantean Díez & Moulines "de ahí el lema de la concepción semántica: presentar una teoría es presentar una clase de modelos, no de axiomas." (1997, 329-330)

Presentado de modo informal el modelo de las concepciones semánticas es:

“un sistema o estructura que pretende representar, de manera más o menos aproximada, un “trozo de la realidad”, constituido por entidades de diverso tipo, que realiza una serie de afirmaciones, en el sentido de que en dicho sistema «pasa lo que las afirmaciones dicen» o, más precisamente, las afirmaciones son verdaderas en dicho sistema.” (Díez & Lorenzano, 2002, 28)

Finalmente, veamos lo que respecta al carácter formalista y a una vertiente de las así llamadas concepciones semánticas de las teorías científicas.

3. Formalización y estructura

Parte importante de la familia de las concepciones semánticas lleva consigo un “espíritu formalista” (Cf. Díez & Lorenzano, 2002) a la vez que reconstructivo, es decir, uno de sus objetivos es formalizar o reconstruir formalmente teorías científicas con el fin de brindar la claridad y precisión necesarias para el análisis. Claro que hay diferentes modos de hacerlo, dentro de los que a su vez son diversos modos de entender las teorías semánticamente, aquí presentaré en un primer momento y someramente el abordaje que hace Suppes desde la teoría intuitiva de conjuntos, que recordemos es de la que se parte.

Aclaro que lo que se presenta aquí no es una reconstrucción sino en abstracto un modo de

hacerlo, y esto enfocado en el tema que aquí nos ocupa, a saber, el de los modelos, recordemos que para las concepciones semánticas presentar una teoría es presentar, en un primer momento, una clase de modelos, sin embargo, es posible, tomando esto en cuenta, axiomatizar conjuntistamente dicha teoría.

Un modo sencillo se presentarlo es a partir de la introducción que hace Patrick Suppes al tema (6) y que retoma y amplía de modo sucinto César Lorenzano en su ya citado texto, éste dice:

“Para determinar conjuntistamente a X, elemento de una teoría, señalaremos:

- 1) un *dominio* comprende a los objetos del conjunto,
- 2) las *funciones* que les corresponden.

Formalmente, cualquier X será:

$$X_1 = \langle D_1 \dots D_n, f_1 \dots f_n \rangle$$

X, entonces, estará definido por una secuencia de símbolos que indican el *dominio* de la teoría y las *funciones* que la investigación formal encuentre en sus axiomas.

En aras de la claridad introduzcamos una nomenclatura adicional.

Reservaremos en vocablo *elemento* propiamente dicho para designar a un

miembro de D , el conjunto dominio de la definición, o de f , las funciones.

En cambio a X , un individuo de la teoría, en realidad un *sistema*, pues se trata de elementos más las funciones y relaciones, lo llamaremos *modelo* de la misma.

(...) Formalmente, diremos que un *modelo* es cualquier entidad que satisface los axiomas del predicado conjuntista; por definición será una *estructura*.

Por lo tanto, si:

$T = \langle M \rangle$

Léase: la teoría es el conjunto de sus modelos; podremos decir igualmente que es un conjunto de estructuras.

Dominios, funciones, relaciones, forman una estructura, la de los modelos de la teoría". (142-143, Lorenzano, 1995)

Hay que tener en cuenta que desde la presentación de Suppes aquí vista en la versión de César Lorenzano (además en un texto más bien introductorio) hasta ahora ha habido un gran desarrollo y despliegue de las herramientas formales por medio de las cuales se reconstruyen las teorías científicas, sobre todo desde el estructuralismo metateórico (7), el cual es parte de la familia semanticista. Presentar este desarrollo, así como algún ejemplo de formalización, escapa a las

pretensiones de este escrito además de que existe gran cantidad de textos al respecto.

4. Conclusión

En este trabajo el objetivo era sumamente específico y definido, a saber, explicitar qué se entiende por modelo en las concepciones semánticas de las teorías científicas, ver cuál es su "función" y cómo a partir de estos dos aspectos se define lo que se entiende por teoría científica, el abordaje y análisis que se hace de la misma y el modo de reconstruirla formalmente. Ahora bien, esta caracterización a su vez separa las concepciones semánticas de la así llamada "concepción heredada", además de que diversifica y hace más potente el arsenal formal para el análisis metateórico. Es mi parecer que es en la práctica donde se debe poner esto en evidencia, es decir, a la hora de analizar teorías empíricas específicas e históricamente ubicadas, esto en el sentido de analizadas en el contexto histórico, además de en tanto teorías en uso por los científicos. Sin embargo, también es necesario considerar que no es el único modo de abordaje así como no agota las posibilidades, pues nótese que el objetivo reconstructivo y formalista se plantea a su vez objetivos específicos que intenta llevar a cabo de la mejor manera, no puede así reprochársele que omita u haga caso omiso de otros factores que intervienen en el análisis metacientífico si no son parte de los objetivos que se traza.

Notas

- (1) Esta denominación es acuñada por Hilary Putnam en *What theories are not*. Dicen Da Costa & French: "Let us return to the issue-which we regard as absolutely fundamental expressed by the question "what is a scientific theory?" According to the so-called Received View (the name, sounding today rather dated, was coined by Putnam in 1960), the answer is relatively straightforward: A theory is an axiomatic calculus given a partial observational interpretation via a set of correspondence rules; that is, a theory on this view is a logic-linguistic entity." (2003, 23)
- (2) Véanse sus trabajos clásicos *The Concept of Truth in Formalized Languages* (1936) y *The Semantic Conception of Truth* (1944).
- (3) Estas dificultades son varias y planteadas desde muy diversos ámbitos, es claro que la así llamada *Revolución historicista* (Véase Díez, J. A. (1989): "La 'Revolución Historicista' en Filosofía de la Ciencia", *Arbor* 526, 69-96.) tiene mucho que ver en este replanteo, sin embargo, también factores meramente formales se consideran a la hora de optar por un análisis semántico de las teorías.
- (4) Es común dentro de la literatura filosófica de hace algunos años para acá el traducir "sentence" no por "oración" sino por "enunciado".
- (5) Este uso es más o menos común, yo lo tomo de Díez y Lorenzano (2002)
- (6) *Introduction to logic*, 1957, aquí usamos la traducción de Gabriel Aguirre de 1966 que figura en la bibliografía.
- (7) Esta corriente que es parte de la familia semanticista es el así llamado *estructuralismo metacientífico, concepción estructuralista de las teorías científicas o estructuralismo a secas*. En este es interesante analizar el tema de los

modelos toda vez que se le ha dado un desarrollo y despliegue con gran detalle y precisión. Aclaro que no está dentro de los límites de este trabajo presentar ampliamente este desarrollo, sino más bien mencionar las subdivisiones que se hacen. Véanse al respecto los textos aquí citados Díez & Lorenzano (2002), Lorenzano (2003), además de su texto *fundacional An Architectonic for Science: The Structuralist Program*.

Bibliografía

- Da Costa, Newton y French, Steven. (2003). *Science and Partial Truth: A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*. New York: Oxford University Press.
- Díez, José y Lorenzano, Pablo. (2002). *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: Problemas y discusiones*. Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.
- Díez, José y Moulines, Ulises. (1997). *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. España: Ariel.
- Lorenzano, César. (1995). *La estructura del conocimiento científico*. Argentina: Zavalía Editor.
- Lorenzano, Pablo. The semantic conception and the structuralist view of theories: A critique of Suppe's criticisms. *Studies in History and Philosophy of Science*, 44, pp. 600-607, 2003.
- Ruttkamp, Emma. (2002). *A Model-Theoretic Realist Interpretation of Science*. Springer.

Suppe, Frederick. (1979). *La estructura de las teorías científicas*. Madrid: Editora Nacional.

Suppes, Patrick. (1966). *Introducción a la lógica simbólica*. México: Compañía editorial continental.

----- . A comparison of the meaning and uses of models in mathematics and the empirical sciences, *Synthese*, 12, pp. 287-300, 1960.

Tarski, Alfred. (1965). *Logic, semantics, metamathematics*. Great Britain: Oxford at the Clarendon Press.

----- . *La concepción semántica de la verdad y los fundamentos de la semántica*. En: Bunge, Mario. (1960). *Antología semántica*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.

van Fraassen, Bas. (1989). *Laws and Symmetry*. U.S.A.: Oxford University Press.