

ENFOQUE SEMÁNTICO DE LAS TEORÍAS. ESTRUCTURALISMO Y ESPACIO DE ESTADOS: COINCIDENCIAS Y DIVERGENCIAS

Germán Guerrero P.

Este título corresponde a mi tesis doctoral que leí y defendí el pasado 16 de Junio en el Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Universidad Complutense de Madrid, España. Mi director fue el Doctor Javier Echeverría Ezponda del Instituto de Filosofía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España y la tesis obtuvo la calificación de sobresaliente *cum laude*. A continuación presento los principales aportes de contenido y método de la misma: enuncio las distintas tesis que defiendo, muestro la relación entre ellas y describo a grandes rasgos los argumentos que las sustentan.

La tesis se inscribe dentro del campo de la filosofía de la ciencia que tiene como objeto de estudio las teorías científicas y el tema que aborda tiene que ver con la naturaleza, estructura y contenido de las teorías empíricas. Estas tres cuestiones están estrechamente relacionadas, pero se pueden perfectamente diferenciar. Así, por ejemplo, podríamos decir que la última cuestión es más compleja y, por tanto, de mayor interés filosófico puesto que responder a cuál es el contenido empírico de una teoría presupone una respuesta a cuáles son los principales elementos de su estructura, que a su vez presupone tener claridad sobre su naturaleza, responder a la pregunta qué es una teoría empírica o, de manera más precisa, qué tipo de cosa es. En otras palabras, la cuestión por el contenido envuelve más elementos que las otras dos puesto que tiene que ver directamente con la relación entre teoría y mundo, con qué nos dice una teoría sobre cómo es el mundo, en tanto que las otras apuntan principalmente a las teorías en sí mismas.

Aún siendo esto así, la tesis enfoca y profundiza principalmente en los dos primeros temas y aunque también aborda el tercero, no lo hace en toda su complejidad sino que básicamente delinea en qué consiste dicha relación de acuerdo con la concepción estructuralista y la concepción espacio de estados, el punto de vista de B. C. van Fraassen acerca de la estructura de las teorías. En otras palabras, podemos decir que en el dominio del contenido de las teorías el tema por excelencia es el debate realismo-empirismo, el cual se ha convertido en las últimas dos décadas en uno de los focos de atención de la reflexión en filosofía de la ciencia, renovándose así este viejo problema filosófico con nuevas herramientas metodológicas y conceptuales.

Precisamente una de estas nuevas herramientas es el enfoque semántico de las teorías, pero es importante aclarar que este debate no es objeto de análisis, aunque desde luego se dice algo al respecto al tratar la relación general teoría-mundo o, en otras palabras, la interpretación física de las teorías.

El título de la tesis recoge bastante bien las dos principales cuestiones generales que discute: una, aquellos aspectos en los que podríamos decir están de acuerdo el estructuralismo y la concepción de van Fraassen en lo que tiene que ver con estrictamente la estructura de las teorías científicas y, dos, aquellos en los que discrepan en cuanto tienen que ver o están estrechamente relacionados con la estructura de las teorías. Pero es claro que el desarrollo de la tesis no consiste simplemente en dar respuesta a dichas cuestiones sino que va más allá al ponerlas en un contexto más amplio. Este contexto más amplio está compuesto por un estudio detallado de las principales tesis defendidas por el enfoque sintáctico-axiomático de las teorías, que es la concepción de las teorías que pretende remplazar el enfoque semántico, y las principales peculiaridades del enfoque semántico, del cual el estructuralismo y la concepción espacio de estados son sus versiones más importantes. El contraste más importante entre los enfoques sintáctico-axiomático y semántico radica en que el primero construye las teorías como sistemas axiomáticos parcialmente interpretados, y por tanto como entidades lingüísticas, en tanto que para el segundo las teorías científicas no son entidades lingüísticas sino más bien entidades abstractas, modelos.

Ahora bien, dados a la tarea de realizar este tipo de estudio comparativo entre estas dos versiones del enfoque semántico, la estructuralista y la de van Fraassen, no hay que perder de vista el territorio en el que dicho paralelo cobra interés: *el problema de la identidad de las teorías* o, más precisamente, la naturaleza y estructura de las teorías *en sus aspectos esenciales* o *la estructura simple* de las teorías, por emplear la expresión más apropiada que N. C. A. da Costa introduce para marcar la diferencia entre distintos niveles posibles de conceptualización de las teorías. En términos más concretos, los puntos objeto de comparación son: los elementos de individuación de una teoría, caracterización de los modelos teóricos y los modelos de datos, la forma de la aserción empírica, los pares observable/inobservable y no-teórico/teórico, la neutralidad epistémica de las dos concepciones y algunas consideraciones sobre la fundamentación empírica de las teorías científicas. Además hay que tener claro que estos asuntos no agotan al estructuralismo como programa filosófico ni a la filosofía de van Fraassen, aunque sea clave para ambos.

El objetivo de la tesis puede presentarse de diversas maneras y una de estas se enunció en términos de establecer un paralelo entre las concepciones

mencionadas, pero este también puede presentarse en términos menos descriptivos y más positivos expresando las ideas básicas que se van a defender. Para lograr precisar esto último, comienzo por resaltar una cuestión de método. En el proceso de caracterizar de un modo bastante razonable el enfoque semántico de las teorías científicas –razonable en el sentido de determinar y describir sus elementos principales– me ayudó bastante tanto indagar por las coincidencias entre el estructuralismo y la concepción espacio de estados como la estrategia metodológica de distinguir en el análisis de las teorías entre consideraciones puramente estructurales y consideraciones que llevan a algún tipo de compromiso epistemológico. Estos compromisos epistemológicos se evidencian especialmente en ciertas caracterizaciones específicas de los modelos de datos y en cierto tipo de relaciones particulares entre un modelo de datos y un conjunto de modelos teóricos. Esta última idea puede englobarse bajo las siguientes preguntas: ¿el estructuralismo y la concepción de van Fraassen son neutrales en un sentido epistemológico? y, si no es así, ¿bajo qué condiciones podemos decir que una u otra concepción es epistemológicamente neutral?

Siendo esto así, podemos ver entonces que el asunto del acuerdo de las dos concepciones en cuanto a la estructura de las teorías científicas equivale, para los efectos presentes, a determinar los principales elementos que permiten identificar una teoría o, en otras palabras, equivale a presentar una propuesta de solución a lo que se considera el problema de la individuación de las teorías. De modo que aquí la cuestión no es la de encontrar la *esencia* de una teoría o algo por el estilo, sino simplemente la de ubicar ciertas características de las teorías que podríamos considerar como invariantes o que permanecen constantes de una teoría empírica a otra. En síntesis, podríamos decir que el problema fundamental radica, dentro del enfoque semántico, en determinar los elementos clave en la individuación de las teorías y, además, que la respuesta al mismo se da en los siguientes términos: estos elementos de individuación son, *grosso modo*, aquellos elementos que ambas propuestas comparten tanto de un modo explícito como *implícitamente*. Esto es, si bien hay cierta diferencia en la manera como estas dos concepciones caracterizan las teorías empíricas, ya que el estructuralismo lo hace a través de un núcleo teórico (una clase de modelos teóricos) y un dominio de aplicaciones intencionales (un conjunto de modelos de datos) en tanto que van Fraassen lo hace mediante una clase de modelos teóricos y una hipótesis teórica (una aserción empírica), esta diferencia es sólo de forma puesto que considero que en el fondo estas dos concepciones estarían de acuerdo en que los elementos determinantes son tres: el elemento que comparten, la clase de modelos, y los dos elementos en los que se complementan, los modelos de datos y la aserción empírica.

Por tanto, la tesis central que defiende es que dentro del enfoque semántico de las teorías los elementos determinantes en la individuación de una teoría son la clase propuesta de modelos teóricos, los modelos de datos y las aserciones empíricas. Pero con las siguientes importantes salvedades.

(1) Un modelo teórico es básicamente una estructura, de modo que la noción de modelo teórico no equivale a la noción semántica, entendida en sentido estricto, como debe ser.

(2) Los modelos de datos corresponden a una modelización de la experiencia, a una descripción estructural de la misma, y parece que el criterio metodológico enunciado arriba aconseja, en principio, que un análisis estructural de las teorías no debería comprometerse con una forma específica de caracterizar los modelos de datos; es decir, dejaría abierta la cuestión de si los modelos de datos hay que caracterizarlos en función de o bien observables o bien términos T-no-teóricos o bien otros términos, esto con la idea de mantener una neutralidad epistémica en este punto. Pero al final vimos la necesidad filosófica de violar este criterio y optar por describir los modelos de datos en términos de fenómenos observables, de acuerdo con la propuesta de van Fraassen.

(3) Respecto a la aserción empírica se defiende algo contrario a lo anterior: la forma general de una aserción empírica consiste en que relaciona un modelo de datos con un conjunto de modelos teóricos, pero un análisis estructural de las teorías no se compromete con una forma particular de dicha relación, ya sea de identidad o subsunción u otra.

Precisamente esta es la tesis que se presenta y relativamente se sustenta en los cuatro primeros numerales (3.1. Introducción, 3.2. Orígenes del enfoque semántico, 3.3. Concepción de van Fraassen: Modelos teóricos y aserciones empíricas y 3.4. Estructuralismo: Núcleo teórico y aplicaciones intencionales) del *Capítulo 3. Enfoque semántico: Elementos de individuación de una teoría*, ya que parte de la tarea de los dos capítulos restantes consiste en darle más cuerpo y mejor forma a esta tesis principal.

Aún más, esta tesis se sustenta en parte en otras tesis más particulares que tienen que ver ya sea con una nueva coincidencia o una divergencia entre las concepciones en cuestión, las cuales enuncio directamente, sin mayores comentarios.

(1) La condición de unicidad de van Fraassen, la cual plantea que todos los fenómenos observables deben subsumirse en un mismo modelo teórico, puede reconstruirse en términos del esquema estructuralista.

Esta idea se desarrolla en “3.5. Condiciones de unicidad y universalidad de van Fraassen”.

(2) Si bien existe una diferencia importante en cuanto a la forma de presentar los modelos teóricos de una teoría, ya que el estructuralismo lo

hace a través de una definición mediante un predicado conjuntista y van Fraassen describiéndolos mediante espacios de estados, lo cierto es que esta no se considera de importancia porque en últimas son formas distintas de describir las mismas estructuras.

Los tres primeros numerales (4.1. Introducción, 4.2. Modelos en ciencia y 4.3. Definición de un predicado conjuntista) del *Capítulo 4. Noción de modelo y formas de describirlos* se ocupan precisamente de este problema, en tanto que el numeral 4.5. *Noción de modelo y equivalencia entre los enfoques sintáctico y semántico* se dedica a sustentar la idea que se enuncia a continuación.

(3) En cuanto a la noción de modelo teórico involucrada en estas dos concepciones muestro que también hay una pequeña e importante discrepancia la cual considero importante en la medida en que existe la tendencia a identificar esta noción con la noción de modelo (modelo semántico) de la semántica formal o de la teoría de modelos. Mientras que para van Fraassen un modelo teórico no es un modelo semántico sino simplemente una estructura matemática abstracta, los estructuralistas *dan a entender* que un modelo teórico es además una estructura matemática que *satisface* ciertos enunciados, esto es, es un modelo semántico. Considero que el origen de esta discrepancia radica en que los estructuralistas extrapolan de un modo innecesario la relación semántica de satisfacción al campo de la axiomatización conjuntista informal.

(4) Por una parte admito que, a grandes rasgos, tanto el estructuralismo como la concepción de van Fraassen de las teorías son neutrales respecto al debate realismo-antirrealismo, tal y como este es formulado por van Fraassen; pero por otra parte planteo que no lo son en cuanto a la forma como caracterizan a los modelos de datos (la experiencia fenoménica). Esta última conclusión es problemática puesto que normalmente se asume que la concepción estructuralista es epistémicamente neutral en un sentido amplio e interesante. Mientras que en el estructuralismo la distinción importante en la caracterización de los modelos de datos (las aplicaciones intencionales) es la distinción no-teórico/teórico en la concepción de van Fraassen es la distinción observable/inobservable, de modo que tenemos dos alternativas distintas para una misma cuestión epistémica.

Estas ideas se presentan y defienden en los cuatro primeros numerales (5.1. Introducción, 5.2. Los fenómenos observables, 5.3. Las aplicaciones intencionales y 5.4. Neutralidad epistemológica) del *Capítulo 5. Modelos de datos: observables y términos no-teóricos*, en tanto que el numeral “5.5. Fundamentismo y coherentismo” presenta y desarrolla la tesis que sigue.

(5) La tesis anterior tiene implicaciones en *el problema de la evaluación de las teorías o fundamentación de las teorías*, cuestión esta que considero puede calificarse correctamente de epistemológica. En este punto planteo que la noción estructuralista de aplicación intencional contiene la muy conocida tesis de la carga teórica de la observación (o de la experiencia) y que por tanto desemboca en un coherentismo en la fundamentación de las teorías, en tanto que van Fraassen defiende un empirismo posfundamentista (que es diferente al empirismo constructivo que también suscribe).

Como es natural, las ideas y propuestas anteriores no son completamente originales sino que son resultado del diálogo permanente que he sostenido especialmente durante estos últimos años con distintos filósofos de la ciencia a través sobretudo de sus escritos, aunque con algunos de ellos de manera personal. De modo que la tesis también puede entenderse como una *sistematización y algo más* del tema principal abordado. Es una sistematización puesto que filósofos como J. Echeverría, F. Suppe, J. Mosterín, A. R. Pérez Ransanz, W. Diederich, J. A. Díez, A. Ibarra, T. Mormann y J. L. Falguera han tratado directamente una o más de las distintas cuestiones tratadas aunque en grados diversos y, en algunos casos, con diferentes resultados. Así que el trabajo de estos filósofos ha sido un referente clave y obligado. Sin embargo entiendo que hasta el momento no se había realizado un trabajo de sistematización como el que se encuentra en la tesis. La tesis también es *algo más* debido a que si bien en algunos casos recoge y sustenta una tesis defendida por uno de estos filósofos de la ciencia, también es cierto que en otros presenta sus ideas para confrontarlas ya sea con la de otros filósofos o con mi apreciación personal. En resumen, la tesis más que una síntesis o recopilación de los distintos trabajos puntuales sobre el paralelo entre la concepción estructuralista y la de van Fraassen acerca de la estructura y contenido de las teorías científicas, es una sistematización del tema que cuenta con distintos aspectos novedosos.

¿Qué decir entonces sobre lo que se hace en los capítulos 1 y 2, y su relación con lo anterior? Como anuncié en un comienzo, el enfoque sintáctico-axiomático es parte importante del contexto del tema de estudio y básicamente lo que se hace en estos dos capítulos es presentar tanto una reconstrucción de los aspectos clave del enfoque como una sistematización de las dificultades que enfrenta. Hay que tener presente que el enfoque sintáctico-axiomático constituye la forma más elaborada de la concepción general de las teorías que podríamos decir: tuvo sus orígenes en el desarrollo del mismo pensamiento griego, más en concreto en el libro *Elementos* (300 a.c.) de Euclides; se consolidó al mismo tiempo que lo hacía la ciencia moderna en manos principalmente de Newton, más concretamente a través de su libro *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687); y dominó además tanto la

actividad científica como la reflexión filosófica hasta mediados del siglo XX. De modo que esta concepción en su forma general aún sigue considerándose como una respuesta viable a qué es una teoría científica, y de hecho podríamos decir que es la concepción dominante tanto en la ciencia como en la filosofía de la ciencia. Pero además, dado que este es el enfoque que sustituye el enfoque semántico, un estudio relativamente detallado del primero permite comprender ciertos aspectos del segundo.

Así pues, la tesis que se presenta y sustenta en el *Capítulo 1. Enfoque sintáctico-axiomático de las teorías* es que, a grandes rasgos, este enfoque asume el análisis de la estructura de la geometría como paradigma de las teorías físicas y, en general, de las teorías empíricas; y que los siguientes tres presupuestos fueron determinantes para intentar llevar a feliz término este programa: (1) las teorías empíricas son teorías matemáticas más una interpretación; (2) el lenguaje científico está compuesto por dos partes: una parte observacional y otra teórica; (3) no es problemático dar razón de por qué los términos observacionales son significativos, mientras que sí lo es en el caso de los teóricos. Y, en síntesis, estas tres ideas quedan perfectamente integradas en la caracterización estándar de este enfoque: las teorías científicas se conciben como *cálculos formales* o *sistemas formales* axiomáticos parcialmente interpretados mediante reglas de correspondencia que relacionan términos teóricos con términos observacionales.

El numeral “1.3 Cálculo de probabilidades y concepto de probabilidad” busca ilustrar lo que es un cálculo formal y, sobre todo, lo que es su interpretación, a través del análisis detallado del concepto de probabilidad. Elegí presentar este tema allí porque, además de que se adecua bastante bien al asunto tratado, es un tema que me interesa en sus dos dimensiones: en cuanto cálculo formal y en cuanto base para una mejor comprensión de la noción de probabilidad.

El siguiente numeral, 1.4 Las geometrías pura y física, recurre nuevamente al análisis de un caso concreto para sustentar aún más la tesis propuesta e ilustrar los tres elementos mencionados en la caracterización de las teorías por parte del enfoque sintáctico. Es de anotar que tanto este caso como el anterior se adecuan relativamente bien a la descripción que hace este enfoque de las teorías, de modo que estos casos no se presentan como objeciones al enfoque. Las críticas aparecen en *Capítulo 2. Fallas en el enfoque sintáctico-axiomático*. En este capítulo se sintetizan las objeciones más determinantes y comunes hechas a este enfoque.

Finalmente me gustaría terminar mencionando algunas consideraciones secundarias sobre la importancia de la tesis, con la pretensión de ubicar su tema de investigación dentro del contexto más amplio de las preocupaciones generales de la filosofía de la ciencia, a sabiendas que no hay un acuerdo

entre los que trabajan en este campo respecto a las características y límites del dominio de competencia de la misma, pero con el convencimiento de la importancia de intentar valorar una empresa como la que se propone.

Por una parte, sin pretender desconocer la complejidad propia de la actividad científica, es un hecho que los resultados de esta actividad quedan concretados ante todo en las diferentes teorías propuestas y que además otorgamos mayor importancia a este tipo de resultados que a otras etapas y características de la misma. Por tanto, la importancia dada a las teorías no sólo puede leerse en un sentido epistemológico, como la de adquirir un mejor conocimiento de la naturaleza, sino también en un sentido pragmático: los científicos se preocupan más por proponer y usar teorías efectivas que por otros elementos involucrados en la búsqueda de sus objetivos científicos. Así que tener un mejor conocimiento de aquellos aspectos de las teorías con mayor relevancia filosófica puede ayudar a una mejor comprensión de la dinámica científica.

Por otra parte, es claro que las teorías científicas nos proporcionan un conocimiento importante de la naturaleza y que tanto la actividad científica como la humana en general generan otros tipos de conocimiento, pero aún así hay que reconocer que una mejor comprensión de lo que se encuentra en juego en el conocimiento científico arroja luz sobre ciertas cuestiones importantes presentes en los otros tipos de conocimiento. En otras palabras, si bien el conocimiento científico no es la única forma de aproximarnos al conocimiento de la naturaleza, también es cierto que este tipo de conocimiento es uno de los más efectivos para este propósito. Por tanto, el análisis de las teorías puede contribuir igualmente a una mejor comprensión de ciertos temas de la epistemología general, sin querer defender que la filosofía de la ciencia agote el campo de la epistemología.

En este punto en concreto menciono, sin grandes pretensiones pero sí como una propuesta de estudio, que el enfoque semántico –en su formulación general– contiene en sí misma una propuesta epistémica o teoría representacional del conocimiento que considero constituye una alternativa a la propuesta representacional tradicional dominada por una filosofía del lenguaje en donde ante todo el lenguaje funciona como copia del mundo, en tanto que aquella pone más el acento en el carácter estructural del conocimiento –en el conocimiento de estructuras, pasando el lenguaje a un segundo plano.

Por último, subrayo que una preocupación pedagógica de la tesis es la de contribuir a divulgar esta nueva propuesta (la semántica) sobre la naturaleza, estructura y contenido de las teorías puesto que no está suficientemente asimilada por muchos filósofos y hombres de ciencia, y porque también es fácil darse cuenta de que la concepción sintáctico-

axiomática recoge en buena forma la idea dominante sobre las teorías en un ámbito que va mucho más allá de los círculos especializados y profesionales relacionados con la ciencia. De modo que estoy convencido de que el enfoque semántico de las teorías no sólo ofrece una alternativa a la concepción sintáctica-axiomática sino que también es la mejor respuesta con que contamos actualmente a la pregunta: ¿qué es una teoría científica?