

VAN FRAASSEN Y LA CONCEPCIÓN ESTRUCTURALISTA DE LAS TEORÍAS*†

Germán Guerrero Pino

Universidad del Valle

RESUMEN

El escrito hace un estudio comparativo, de carácter general, entre las dos versiones más representativas del enfoque semántico de las teorías, la estructuralista y la de van Fraassen, presentando los principales aspectos en los que están de acuerdo y en los que discrepan. Los puntos objeto de comparación son: los elementos de identidad de una teoría, la caracterización de los modelos teóricos y los modelos de datos, la forma de la aserción empírica y la neutralidad epistémica. En cada uno de estos puntos se explicita la tesis particular que se defiende, se muestran, en su momento, las relaciones que hay entre ellas y se describen, a grandes rasgos, los argumentos que sustentan cada una de estas tesis.

Palabras clave: Teoría, sintaxis, semántica, programa estructuralista, van Fraassen, modelo teórico, modelo de dato y aserción empírica.

ABSTRACT

This paper makes a general comparative study between the two more important proposals into the semantic approach of theories, the Structuralist view and van Fraassen's one. I present the principal points of agreement and disagreement between the two views, in overhead terms. The points of comparison are: identity elements of a theory, characterization of theoretic and data models, the empirical claim form and the epistemic neutrality. In each one of the points, I defend a particular thesis and present the different arguments that hold this, and the relationship between them, too.

Keywords: Theory, syntax, semantics, Structuralist Program, van Fraassen, theoretic model, data model and empirical claim.

* **Recibido** Marzo de 2007; **aprobado** Mayo de 2007.

† Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación *Las teorías científicas y su evaluación*, aprobado y financiado por la Universidad del Valle, que estoy adelantando actualmente, y recoge y amplía una de las principales ideas desarrollada en mi tesis doctoral *Enfoque semántico de las teorías. Estructuralismo y Espacio de estados: coincidencias y divergencias*, Servicio de Publicaciones Universidad Complutense de Madrid, Madrid-España, 2003, cd-rom. Versiones anteriores de éste trabajo las he presentado en el *I Congreso Nacional de Filosofía*, organizado por la Sociedad Colombiana de Filosofía y la Universidad

El enfoque semántico de las teorías empíricas, planteado a comienzos de la década de los setenta del siglo XX, es una propuesta sobre la naturaleza y estructura de las teorías científicas, que actualmente domina la reflexión filosófica, frente al enfoque clásico conocido como *enfoque sintáctico* de las teorías. La principal virtud del enfoque semántico es concebir las teorías como entidades no-lingüísticas, como un conjunto de modelos o estructuras, en tanto en cuanto el segundo enfoque construye las teorías como sistemas axiomáticos parcialmente interpretados, y por tanto, como entidades lingüísticas.

Las dos versiones más representativas del enfoque semántico son el *estructuralismo* y la concepción *espacio de estados*. La primera ha tenido cierta difusión en nuestro país, esto debido especialmente al trabajo de Carlos Ulises Moulines, aunque no ha sido estudiada en forma sistemática; mientras que la segunda ha sido desarrollada principalmente por Carl Bas van Fraassen, uno de los filósofos de la ciencia más importantes actualmente, y es desconocida casi por completo en nuestro medio. Ronald Giere y Frederick Suppe, dos filósofos de la ciencia bastante influyentes en el momento, han ayudado también en el desarrollo de esta última versión.

Así, el artículo hace un estudio comparativo entre estas dos versiones, presentando los aspectos en los que están de acuerdo y en los que discrepan. Hay que decir que este estudio comparativo, en la forma sistemática como aquí se plantea, no tiene antecedentes directos. Cada uno de los siguientes apartados presenta y desarrolla en forma sucinta un aspecto objeto de la comparación, explicitando la tesis particular que se defiende al respecto. También, en su momento, se muestran las relaciones que hay entre las distintas tesis defendidas, y en la mayoría de los casos se describen, a grandes rasgos, los argumentos que sustentan a cada una de estas tesis.

1. Generalidades sobre el enfoque sintáctico

Este enfoque también se conoce como *concepción heredada*, de acuerdo con Putnam, o *concepción enunciativa*, de acuerdo con Stegmüller, o *enfoque sintáctico-axiomático* (o para simplificar enfoque sintáctico), de acuerdo con van Fraassen¹, y fue propuesto e implementado por los positivistas lógicos (o empiristas lógicos). No es fácil establecer una diferencia entre los movimientos *positivismo lógico* y *empirismo lógico* a par-

de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, realizado en esta misma universidad del 19 al 22 de abril de 2006, y en las *Jornadas Filosóficas* organizadas por la Sociedad Colombiana de Filosofía (Capítulo Cali) y el Departamento de Filosofía de la Universidad del Valle, los días 24 y 25 del mismo mes.

¹ Véase, respectivamente, Putnam [1962], Stegmüller [1979] y van Fraassen [1970].

tir de los desarrollos filosóficos originados en el Círculo de Viena y el Grupo de Berlín. Por ejemplo, Victor Kraft, quien asistió a las sesiones del Círculo de Viena, en su libro *El círculo de Viena* (1950) argumenta (véase pp. 27 y 35-36) que entre los mismos miembros del círculo no había un acuerdo al respecto, unos se inclinaban por privilegiar el calificativo *positivismo* y otros por el calificativo *empirismo*. En este sentido, Kraft hace equivalentes las dos expresiones. Friedman (1999, p.1.) también está de acuerdo con dicha equivalencia. Pero hay quienes, como Kitcher (1993, p. 5), toman como criterios para hacer tal distinción la liberación en el principio verificacionista del significado y la aparición de nuevos problemas filosóficos para investigar (la confirmación científica, la explicación y la estructura de las teorías). Incluso hay otra alternativa como la de Giere [1996], quien utiliza indistintamente las dos expresiones para referirse a la *filosofía científica europea* presente hasta antes de 1938 aproximadamente, pero las diferencia de lo que él llama la *filosofía de la ciencia norteamericana*.

Desde luego que desde una perspectiva histórica es muy importante clarificar todas estas cuestiones, pero considero que para el tema que aquí nos ocupa (la naturaleza y estructura de las teorías) podemos asumir las dos expresiones como equivalentes, más cuando podemos observar que esta perspectiva particular sobre las teorías se inscribe dentro del programa formalista de Hilbert, que inaugura con su obra *Fundamentos de la geometría* (1899). La influencia de este programa es notoria en algunas de las obras de filósofos como Hans Reichenbach, Rudolf Carnap, Ernest Nagel y Carl G. Hempel, quienes fueron los principales responsables del desarrollo del enfoque sintáctico de las teorías. Considero escritos representativos de este enfoque (más no los únicos), en donde de una u otra forma se implementa esta manera de analizar, en unos casos, y de reconstruir, en otros, las teorías empíricas, los siguientes: Reichenbach, *The Philosophy of Space and Time* (1928), pp.14-19; Ramsey, *Theories* (1931); Carnap: *Foundations of Logic and Mathematics* (1939), *The Methodological Character of Theoretical Concepts* (1956), *Philosophical Foundations of Physics* (1966), caps. 23-28; Nagel, *The structure of Science* (1961), cap. V; Hempel, *Theoretician's Dilemma* (1958) e *Implications of Carnap's Work for the Philosophy of Science* (1963). Finalmente, no podemos perder de vista que esta concepción de las teorías constituye la forma más elaborada de la concepción general de las teorías que dominó el panorama de la física hasta comienzos del siglo XX.

Actualmente contamos con una caracterización del enfoque sintáctico relativamente precisa, que podríamos calificar de estándar dada su gran aceptación por parte de los filósofos de la ciencia. De acuerdo con esta: en el enfoque sintáctico se concibe *una teoría como un conjunto de enuncia-*

dos organizados deductiva o axiomáticamente, en sentido estricto. En términos más precisos, una teoría científica es un *cálculo formal* o *sistema formal* axiomatizado, parcialmente interpretado mediante reglas de correspondencia (o de interpretación) que relacionan términos teóricos con términos observacionales. Lo cierto es que, como ya se había dicho, esta propuesta asumió el análisis de la estructura de la geometría -esto es, el método axiomático formal de Hilbert para las matemáticas- como paradigma de las teorías físicas y de las teorías empíricas en general².

En términos esquemáticos, podemos decir que los siguientes cuatro presupuestos son determinantes en este enfoque.

1. Una teoría empírica (TE) es una teoría matemática (TM) con una interpretación empírica (IE): **TE = TM + IE**.

2. El lenguaje científico está compuesto por dos partes, una parte observacional y otra teórica. Esta idea se conoce como **modelo de los dos niveles** del lenguaje. Pero si hacemos énfasis en las teorías en vez de en el lenguaje, también podemos hablar del modelo de los dos niveles de las teorías. Este énfasis en particular se deja ver en la distinción entre **leyes empíricas**, que son obtenidas inductivamente a partir de la experiencia u observación, y **leyes teóricas** que tienen un origen distinto, normalmente son resultado de actos creativos. Lo que en últimas se está presuponiendo en estos modelos es que las teorías tienen como propósito explicar los fenómenos observables (**nivel observacional**) postulando procesos y estructuras que no son observables de manera directa (**nivel teórico**).

(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.

(4) Una teoría es una entidad lingüística, un conjunto de enunciados.

Por otra parte, también existe un amplio consenso en cuanto que la principal dificultad³ que enfrenta esta forma de caracterizar las teorías radica en lo que podemos llamar su dependencia lingüística, en implicar que las teorías son entidades lingüísticas. El enfoque sintáctico tiene un gran compromiso lingüístico en la medida que todo cálculo formal está asociado con un sistema sintáctico, se encuentra bajo el yugo de la sintaxis de un lenguaje. De modo que aquí la sintaxis no es algo secundario y aparece, por tanto, la siguiente tensión o paradoja: intuitivamente, o dentro de la práctica científi-

² Para mayores detalles al respecto, véase: Reichenbach [1928], pp. 14-19; Carnap [1966], pp. 125-135; y Guerrero [2005].

³ Para esta y otras dificultades que enfrenta el enfoque sintáctico, véase: Suppe [1974], pp. 62-118; Suppe [2000], p. 103; y Guerrero [2001].

ca, es claro que podemos tener distintas formulaciones de una misma teoría, pero esta situación queda explicada dentro de éste enfoque de un modo completamente contrario, puesto que en éste tener formulaciones diferentes implica contar con sintaxis diferentes y, en últimas, con lenguajes diferentes, lo que equivale a tener teorías diferentes. En pocas palabras, en éste enfoque tener dos formulaciones equivale a tener dos teorías distintas. Así, por ejemplo, las formulaciones lagrangiana y hamiltoniana de la mecánica clásica de partículas contarían como dos teorías distintas, pero sabemos que para los físicos la situación no es tal, sino que se trata de una misma teoría formulada de dos modos diferentes. En realidad lo que pasa es que (y esto desde el enfoque semántico) las dos formulaciones son descripciones distintas de un mismo conjunto de estructuras, al que podemos llamar con propiedad teoría. Por tanto, la idea principal que defiende el enfoque semántico es que las teorías científicas quedan mejor comprendidas como conjuntos de modelos, en el sentido matemático abstracto, que como conjunto de enunciados. En estos términos se subraya, por un lado, la dependencia lingüística del enfoque sintáctico y, por el otro, el modo como se supera esta dificultad al asimilar una teoría con una entidad no lingüística, con un conjunto de modelos. Propongo entonces llamar a esta caracterización general de las teorías “concepción semántica estándar”⁴.

25

2. Generalidades sobre las concepciones estructuralista y la de van Fraassen

El enfoque semántico se originó principalmente a partir de tres fuentes de trabajo: los estudios sobre los fundamentos de la mecánica cuántica realizados por el físico John von Neumann y el lógico holandés Evert W. Beth; la teoría de modelos o semántica formal de Alfred Tarski; y los métodos de axiomatización conjuntista informal de las teorías implementados por Patrick Suppes. De estas tres fuentes bebieron quienes en un principio impulsaron este enfoque. Dentro del marco de la filosofía de la ciencia, podríamos ubicar la aparición de dicho enfoque con la publicación de los trabajos del lógico holandés Evert W. Beth: *Natuurphilosophie* (1948), “Analyse Sémantique des Théories Physiques” (1948/49) y “Towards an Up-to-date Philosophy of the Natural Sciences” (1949). Pero encontramos anticipaciones de dicho enfoque en los matemáticos Birkhoff y von Neumann, en particular en el artículo “The logic of Quantum Mechanics” (1936) escrito por

⁴ Para una presentación más completa de esta idea y la importancia de P. Suppes en este cambio de perspectiva, véase van Fraassen [1989], p. 222.

ambos y en el libro de von Neumann *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics* (1955). Beth propone en sus distintos escritos un análisis semántico de las mecánicas newtoniana y cuántica en los que combina las técnicas semánticas formales de Tarski y Carnap con el trabajo de von Neumann sobre los fundamentos de la mecánica cuántica.

La siguiente figura importante en el desarrollo de la concepción semántica fue Patrick Suppes. Su principal aporte consistió en aplicar los métodos conjuntistas de McKinsey y Tarski en los estudios sobre axiomatización de los fundamentos de la física, en el que las teorías se analizan como predicados o estructuras conjuntistas. Suppes publica con McKinsey, A. C. Sugar y H. Rubin un número de escritos que intentan axiomatizar de un modo riguroso las ramas existentes de la física. Dos principios guiaban de un modo importante estos trabajos de axiomatización: determinar un conjunto de axiomas con el mínimo de axiomas posibles y que dichos axiomas fuese mutuamente independientes.

El siguiente trabajo bajo este enfoque, que apareció después de los dos anteriores (Beth y Suppes), fue la tesis de Joseph D. Sneed, estudiante de Suppes. La tesis de Sneed consistió en un estudio sobre la estructura de la física matemática, en el que se empleaban los métodos axiomático-conjuntistas de Suppes. En su libro posterior, *Logical Structure of Mathematical Physics* (1971), amplía su tesis y una de las cuestiones importantes del libro es intentar caracterizar la naturaleza de los términos teóricos divorciándose de la distinción positivista observacional/teórico, un problema que anteriormente ya había sido planteado por Putnam [1962].

Al trabajo anterior le sigue la tesis doctoral de Frederick Suppe (1967), en la que desarrolla una versión del enfoque semántico. En el desarrollo de su versión semántica de las teorías, como plantea el mismo Suppe (1989, p. 13), fueron de gran importancia el tratamiento que Birkhoff y von Neumann dieron a los modelos de espacio de observación y a los modelos de espacio de fase de la teoría cuántica, en especial a la hora de precisar ideas como: la noción de espacio de fase, que las teorías idealizan los fenómenos, la noción de la lógica de una teoría, la interpretación de las proposiciones como correspondiendo a subsistemas de un espacio de fase y de observación, y la noción de sistema físico.

Bastian Carl van Fraassen es el último de los principales promotores de la concepción semántica. Su versión fue inicialmente estimulada por los trabajos de Beth, los cuales tuvo muy en cuenta en sus trabajos orientados a proporcionar una semántica para la lógica cuántica. En su versión del enfoque semántico también influyeron las técnicas conjuntistas de P. Suppes y los trabajos -como en Suppe- en fundamentos de la mecánica cuántica de los matemáticos Hermann Weyl, von Neumann y Birkhoff. En estos térmi-

nos queda descrita la línea histórica que conduce, particularmente, a la concepción de van Fraassen, que está muy emparentada con las concepciones de F. Suppe y R. Giere.

En cuanto al estructuralismo tenemos que principalmente son dos las obras consideradas referencia obligada para una comprensión del programa: el libro de Joseph Sneed, *Logical Structure of Mathematical Physics* (1971), que marca de algún modo el nacimiento del programa, y la monumental obra conjunta de Balzer, Moulines y Sneed, *An Architectonic for Science* (1987), que podríamos considerar la obra madura del programa⁵. En Europa también se encuentran otros intentos por analizar las teorías como predicados o estructuras conjuntistas empleando las técnicas semánticas de Tarski. Entre los filósofos de la ciencia que lideran estos estudios son destacables M. L. Dalla Chiara, G. Toraldo di Francia, Marian Przetecki y Ryszard Wójcicki. En esta misma dirección, también son muy importantes los trabajos del grupo de Newton da Costa y Steven French.

El tema de la estructura de las teorías científicas es más dominante o recurrente en el programa estructuralista, que en la filosofía de van Fraassen, ya que es el eje central alrededor del cual giran sus otros temas de investigación, que desde luego tienen que ver directa o indirectamente con la estructura, simple y compleja, de las teorías. Entre los temas que cobran importancia para los estructuralistas tenemos: asuntos relacionados con la estructura fina de las teorías, tales como la determinación de diferentes tipos de relaciones intrateóricas e interteóricas; la formulación precisa de estas relaciones en términos conjuntistas; la dinámica o evolución de las teorías; la reconstrucción axiomática-conjuntista de teorías empíricas particulares; las conexiones de las teorías con la experiencia. En general, con las palabras del mismo C. U. Moulines, el estructuralismo «es esencialmente una teoría acerca de las teorías científicas –acerca de su identidad, estructura, relaciones mutuas y evolución»⁶.

Por otra parte, respecto a lo que tiene que ver con estrictamente la concepción de van Fraassen de la estructura de las teorías hay que decir que sus reflexiones enfocan los aspectos esenciales de las teorías -la estructura simple, para decirlo con las palabras de N. da Costa⁷ - lo cual desde luego no es poco, pero podríamos decir que su análisis no tiene el grado de complejidad del de la concepción estructuralista. De modo que en este punto hay que darle la razón a Moulines cuando afirma que «el estructuralismo

⁵ Véase Moulines [2002], p.3.

⁶ Moulines [1996], p. 2.

⁷ Véase da Costa [1997], p. 184.

emplea un marco conceptual altamente diferenciado que le permite una representación extremadamente fina y graneada de la estructura (tanto sincrónica como diacrónica) de la ciencia, y que a la fecha no tiene precedente alguno en otro enfoque semejante» (Moulines [2002], p.3).

Si bien hay que reconocer lo anterior, también es cierto que van Fraassen ha hecho de su propia versión del enfoque semántico de las teorías un punto clave en el análisis que realiza de otros problemas filosóficos, de modo que sus temas de investigación son más variados que los del estructuralismo, pues por ejemplo tienen que ver con: distintas cuestiones en torno al realismo científico, haciendo de la polémica realismo-empirismo su campo de estudio más fecundo; la explicación en la ciencia, que junto con el anterior son de por sí temas generales de la filosofía de la ciencia; y ciertas cuestiones filosóficas ya clásicas y más particulares de determinadas teorías físicas: los problemas filosóficos del espacio-tiempo, la causalidad, las modalidades en la física, la probabilidad, determinados problemas filosóficos sobre la mecánica cuántica como su interpretación y su lógica.

3. Elementos de identidad de una teoría⁸

Tal y como veremos a continuación, aunque hay diferencias en **la forma** como estas dos concepciones caracterizan las teorías empíricas (van Fraassen lo hace mediante modelos teóricos e hipótesis teóricas, y el estructuralismo mediante un núcleo teórico y un dominio de aplicaciones intencionales), considero que esta diferencia es sólo de forma puesto que, como intentaré mostrar en lo que sigue, en el fondo estas dos concepciones estarían de acuerdo en que los elementos determinantes son la clase de *modelos teóricos*, los *modelos de datos* y las *aserciones empíricas*.

En la presentación que hace van Fraassen de las teorías resalta de manera particular dos elementos, la definición teórica y las hipótesis teóricas: «presentar una teoría es definir un cierto tipo (o varios tipos) de sistemas más una o más hipótesis acerca de la relación de ciertos (tipos de) sistemas reales con la(s) clase(s) definida(s). Hablamos entonces de la *definición teórica* y de las *hipótesis teóricas* que conjuntamente constituyen la formulación de la teoría dada»⁹. Esta enunciación contiene lo que he dado en

⁸ La enunciación precisa y la sustentación detallada de la principal tesis de este apartado (que la identidad de una teoría queda mejor caracterizada en términos de tres elementos: los modelos teóricos, los modelos de datos y las aserciones empíricas) aparecen desplegadas a lo largo de mi tesis doctoral, Guerrero [2003], y en forma más sistemática en mi artículo, de próxima publicación, “Individuación de las teorías en el enfoque semántico”, presentado en *V Simpósio Internacional Principia. A Filosofia de Bas C. van Fraassen - Dez Anos de Principia*, celebrado en Florianópolis (Brasil) del 6 a 9 de agosto de 2007.

⁹ van Fraassen [1989], p. 226. Estrictamente hablando, esta enunciación o formulación

llamar “concepción semántica estándar”, puesto que el conjunto de *modelos* equivale a lo que Giere llama *sistemas*, que son proporcionados por la definición teórica; pero también va más allá de la concepción estándar al introducir las hipótesis teóricas como parte de la formulación de una teoría. En otras palabras, y con la idea de introducir expresiones más neutrales con miras a emplearlas también cuando hablemos de la concepción estructuralista, la definición teórica proporciona una familia de **modelos teóricos** (sistemas teóricos o modelos) y una **aserción empírica** (una hipótesis teórica) afirma que cierto **modelo de datos**¹⁰ (sistema real o fenómeno) tienen determinada relación (identidad, aproximación, subsunción o subsunción aproximativa) con uno de los modelos teóricos.

Podríamos decir, por ejemplo, que tenemos la teoría llamada *Mecánica newtoniana* al definir (o caracterizar) el conjunto de sistemas mecánicos newtonianos a través de las conocidas tres leyes de Newton de la mecánica y afirmar que nuestro sistema solar es aproximado a uno de estos sistemas mecánicos. Otro conjunto de aserciones empíricas podría estar relacionado con la caída de los cuerpos sobre la Tierra al afirmar que cada uno de estos sistemas Tierra-cuerpo es aproximado a uno de los sistemas mecánicos definidos.

Del análisis anterior podemos concluir que en la caracterización de las teorías que hacen van Fraassen y Giere son tres los elementos importantes: modelos teóricos, hipótesis teóricas y sistemas reales; aunque a la hora de presentar dicha caracterización sólo enfatizan en los dos primeros.

Por su parte, y sin olvidar que en el presente estudio sólo estamos interesados en clarificar los aspectos determinantes en la identidad de una teoría, los estructuralistas consideran que los dos elementos principales en la formulación de una teoría son el núcleo teórico y las aplicaciones intencionales¹¹. El núcleo (teórico) **K** es la parte formal del elemento teórico **T = K, I** (o teoría, para el presente estudio) y el campo de aplicaciones intencionales **I** es la parte aplicativa de **T**. A grandes rasgos, se habla de parte formal porque el núcleo contiene tanto los diferentes elementos conceptuales que permiten caracterizar el dominio de estudio como las supuestas leyes que lo

corresponde a Giere, como el mismo van Fraassen lo reconoce, pero en el momento en que Giere la proporciona aclara que esta recoge la concepción semántica de las teorías que ambos comparten. Para la formulación de Giere, véase Giere [1988], p. 85.

¹⁰ Esta expresión fue introducida por Patrick Suppes [1974].

¹¹ Así, por ejemplo, Moulines plantea que: «la clase más simple de estructuras que podemos emplear para decir algo acerca del mundo es una estructura compuesta de un núcleo **K** y su correspondiente dominio de aplicaciones intencionales **I**. El par **K, I** es lo que llamamos *elemento teórico*» (Moulines [2002], p. 8).

rigen; y de parte aplicativa porque, como su nombre lo indica, los sistemas reales, empíricos, a los cuales se pretende aplicar las leyes de la teoría pertenecen al conjunto de aplicaciones intencionales. En los términos del ejemplo anterior referido a la mecánica newtoniana, tenemos que, por una parte, el núcleo teórico está relacionado con la definición a través de las conocidas leyes de Newton de la mecánica y, hablando estrictamente, equivale al conjunto de sistemas mecánicos newtonianos determinados por dicha definición; y, por otra parte, nuestro sistema solar y cada uno de los sistemas Tierra-cuerpo (que ilustran la caída de los cuerpos) son, en sentido estricto, aplicaciones intencionales de la mecánica newtoniana, es decir, cada uno de estos sistemas pertenece al conjunto **I**.

Por tanto, esta pequeña ilustración nos permite establecer, *grosso modo*, el siguiente paralelo entre las terminologías estructuralista y de van Fraassen: “núcleo teórico” con “conjunto de modelos teóricos” y “aplicación intencional” con “sistema real”. La cuestión interesante que surge es la de si podemos establecer las equivalencias correspondientes. Como veremos más abajo, la primera equivalencia no es problemática en tanto que la segunda sí.

Para terminar, en qué términos responde la concepción estructuralista a ¿cuáles son los elementos que permiten identificar una teoría empírica? En estos: «el estructuralismo dice que aunque conozcáis K, y por tanto podáis identificar la teoría, no conocéis todo lo que hay conocer acerca de esta como teoría *empírica*, a menos que también conozcáis, hasta cierto punto, cómo se presentan las aplicaciones intencionales de K»¹². Esta respuesta no es la misma que la de van Fraassen. Podemos estar de acuerdo en que las dos versiones coinciden en que la clase de modelos teóricos es uno de los dos elementos de identidad de una teoría científica y también en que discrepan en cuanto al segundo elemento: para van Fraassen es el conjunto de aserciones empíricas y para los estructuralistas el conjunto de aplicaciones intencionales. Pero lo cierto es que estas diferencias que se aprecian a primera vista son simplemente cuestión de presentación, de forma, más no de contenido. Esto porque, como mostré más arriba, en la propuesta de van Fraassen realmente son tres los elementos en juego y porque, si bien es cierto que en la caracterización que hace la concepción estructuralista son dos los elementos presentes en forma explícita, me parece que hay un tercer elemento implícito en dicha caracterización, la aserción empírica de una teoría. El conjunto de aserciones está implícito al proponer, por una parte, las aplicaciones intencionales como una segunda componente de las teorías y al plantear, por otra parte, que estas están de algún modo vinculadas con el

¹² Moulines [1991], p. 319.

núcleo teórico. Más exactamente, al plantear que las aplicaciones tienen que estar descritas en términos del aparato conceptual de la teoría y mediante conceptos T-no-teóricos, tal y como veremos más abajo.

Por tanto, reitero que sería más adecuado identificar las teorías empíricas a través de tres elementos: los modelos teóricos, los modelos de datos y las aserciones empíricas; y además que las dos versiones presentadas del enfoque semántico coinciden (implícitamente) en cuanto a la importancia de estos tres elementos, aunque desde luego existen diferencias en la manera como cada una de éstas caracteriza a cada uno de ellos, en especial los modelos de datos y la aserción empírica.

4. Caracterización de los modelos teóricos

En términos generales, una teoría presenta sus modelos teóricos a través de una relación de caracterización o una definición. Así, tal y como vimos en el ejemplo de la mecánica newtoniana, las leyes newtonianas de la mecánica conforman una definición o una caracterización de una clase de modelos. Ahora bien, la cuestión es que no hay un acuerdo entre los partidarios del enfoque semántico en cuanto a la forma que debe tomar la caracterización o la definición. Nos encontramos con que van Fraassen es partidario de definir o caracterizar los modelos a través de espacios de estados o, en el lenguaje de los físicos, espacios de fase. Esta perspectiva es especialmente notoria cuando aborda problemas filosóficos de la física, pero en general podríamos decir que van Fraassen, contrario a los estructuralistas, considera que no es de interés filosófico la reconstrucción de las teorías bajo un mismo instrumental formal o semiformal. Para él basta, en general, con la presentación estándar que dan los científicos a sus teorías.

En tanto que los estructuralistas adoptan como forma canónica la de definir los modelos mediante un predicado conjuntista a través de lo que se conoce como axiomatización conjuntista informal. Un predicado conjuntista tiene la forma: “x es un modelo de la teoría syss_{def} (x)”, donde (x) expresa principalmente las leyes de la teoría. Ahora bien, aunque existe esta diferencia importante en cuanto a la forma de presentar los modelos teóricos de una teoría, lo cierto es que esta no es determinante porque en últimas son dos formas distintas de describir las mismas estructuras.

A pesar de lo anterior, hay una pequeña e importante discrepancia en la noción de modelo teórico involucrada en estas dos concepciones: para van Fraassen los modelos teóricos no son modelos semánticos, mientras que los estructuralistas *tienden* a hacer dicha equivalencia. De acuerdo con van Fraassen, la forma como él emplea el término ‘modelo’ no tiene el sentido de la lógica o semántica formal. Coincide con la noción semántica de modelo (la de los lógicos) en que un modelo es básicamente una estructura (siste-

ma) matemática(o) D, R_i en la que D es un conjunto no vacío, llamado universo, y R_i son una serie de relaciones definidas sobre este universo. Pero difiere en la condicional adicional que una estructura tiene que cumplir para ser un modelo en sentido semántico: una estructura es un modelo $\mathbf{M}$ de un enunciado e (o de un conjunto de enunciados) si la estructura satisface al enunciado (o a los enunciados) o, en otras palabras, si e es verdadero en $\mathbf{M}$ ¹³. Para van Fraassen «los modelos son estructuras matemáticas llamadas modelos de una teoría sólo en virtud de pertenecer a la clase definida de los modelos de esa teoría»¹⁴ y nada más, no hay ninguna dependencia lingüística o, mejor aún, sintáctica entre las estructuras definidas y los enunciados a través de los cuales se definen dichas estructuras.

Considero que el estructuralismo no es suficientemente claro en este punto, puesto que hay afirmaciones en las que los estructuralistas *dan a entender* que un modelo teórico es un modelo semántico¹⁵ -y valga reiterar que la noción de modelo en la semántica formal es muy precisa, aplicable únicamente en aquellos casos donde se cuenta con un lenguaje formal- y otras en las que colocan de relieve que el tipo de lenguaje empleado por las ciencias empíricas no puede reducirse en absoluto a un lenguaje formal¹⁶. Creo que la supuesta confusión en la que cae el estructuralismo radica en que si bien es cierto que podemos decir que un modelo teórico satisface ciertos enunciados o axiomas (aquellos que permiten describir o identificar el conjunto de modelos al cual pertenece), hay que tener claro que el sentido aquí de “satisface” es trivial y no técnico, es decir, no se acoge estrictamente a los cánones de la lógica. Y esto porque, estrictamente hablando, no cabe hablar de modelo semántico (en el sentido de la semántica formal) fuera de un lenguaje formal y porque las teorías empíricas, como lo reconoce el estructuralismo, no pueden axiomatizarse dentro de un lenguaje formal.

Por tanto, considero que si nos atenemos más al espíritu que a la letra de los planteamientos del estructuralismo, podemos concluir que en últimas los estructuralistas no estarían de acuerdo con equiparar el uso de modelo teórico con el de modelo semántico, coincidiendo así con lo que van Fraassen piensa al respecto. Aún más, otra razón que me lleva a esta conclusión es

¹³ Las siguientes expresiones son todas equivalentes entre sí: $\mathbf{M}$ es modelo de e ; $\mathbf{M}$ satisface a e ; e es verdadero en $\mathbf{M}$; e es satisfecho en $\mathbf{M}$. Véase Manzano [1989].

¹⁴ van Fraassen [1989], p. 366.

¹⁵ Así, por ejemplo, Moulines plantea que «tales complejos conocidos como “teorías” consisten en *modelos* en el sentido de la semántica formal, es decir, en estructuras que satisfacen un conjunto dado de axiomas» (Moulines [1991], p. 316).

¹⁶ Véase, por ejemplo, Moulines [2002], p. 6.

que el estructuralismo también comparte la idea de que el conjunto particular de enunciados (un lenguaje particular) a través de los cuales se presenta una teoría tiene una función secundaria en la identidad de una teoría.

5. Caracterización de los modelos de datos

En el apartado anterior se mostró la equivalencia entre el núcleo teórico estructuralista y el conjunto de modelos teóricos de van Fraassen. En este veremos que no es posible establecer la equivalencia entre la noción estructuralista de aplicación intencional y la de van Fraassen de sistema real. Y esto porque considero que estas dos concepciones discrepan por lo menos en un punto importante. Veremos que esta discrepancia no es meramente terminológica, ya que ambos puntos de vista estarían de acuerdo en hablar indistintamente de aplicaciones intencionales o sistemas reales o fenómenos o modelos de datos, sino de contenido, debido a que hay diferencias en la forma general como caracterizan a los modelos de datos (fenómenos o aplicaciones intencionales o sistemas reales): mientras van Fraassen caracteriza los fenómenos en términos de “observables”, haciendo de la distinción observable/inobservable algo fundamental, los estructuralistas lo hacen en función de “términos T-no-teóricos”, convirtiendo la dicotomía T-no-teórico/T-teórico en algo central.

Ambas concepciones rechazan la dicotomía teórico/observacional del empirismo lógico aduciendo que es ambigua, pues realmente aquí están involucradas dos distinciones: observable/inobservable y T-no-teórico/T-teórico. La primera dicotomía se aplica a objetos, sucesos y procesos, y la segunda a conceptos o términos; por tanto, se comete un error categorial al hablar de, por ejemplo, términos observables o de objetos teóricos.

Además, las dos concepciones estarían de acuerdo en que las teorías empíricas buscan, de un modo u otro y entre otras cosas, dar razón de la experiencia fenoménica que tenemos del mundo. Pero con lo que no estarían de acuerdo los estructuralistas es con afirmar que la propiedad fundamental de los fenómenos es que sean “observables”, en un sentido claro e interesante, filosóficamente hablando, tal y como lo hace van Fraassen. Es decir, el estructuralismo plantea que «las aplicaciones intencionales representan los fenómenos con los que una teoría trata»¹⁷ y asume como equivalentes a “fenómeno” expresiones como “experiencia fenoménica”, “modelo de datos” y “datos”, pero en ningún momento caracteriza las experiencias fenoménicas en función de “observables”, como hace van Fraassen, sino más bien en función de “términos T-no-teóricos”.

¹⁷ Balzer y otros [1987], p. 86.

Para los estructuralistas, una aplicación no está dada independientemente de una conceptualización, sino que su descripción se da mediante un aparato conceptual. El dominio de aplicaciones intencionales «no es ni “realidad pura” ni “pura experiencia” –signifiquen lo que signifiquen estas expresiones»¹⁸, sino que una aplicación intencional se determina conceptualmente mediante el aparato conceptual de la teoría y mediante conceptos ya disponibles, los cuales son externos a la teoría en cuestión. Esto es, los conceptos empleados por una teoría **T** pueden dividirse en conceptos teóricos y no-teóricos, no en sentido absoluto sino respecto a **T**. Es decir, **T** tiene conceptos T-teóricos y conceptos T-no-teóricos. Los primeros son conceptos introducidos específicamente por **T**, de modo que su significado viene determinado exclusivamente por **T**, y los segundos son conceptos no específicos de **T** y su significado está completamente determinado por teorías previas **a**, y subyacentes a, **T**. Así que, de manera más precisa, no sólo se mantiene que, dada una teoría **T** = **K, I**, los elementos de **I** han de concebirse en términos de la estructura conceptual de **K**, es decir, en términos de las caracterizaciones o tipificaciones de los axiomas “impropios”, sino además se plantea que tienen que describirse mediante conceptos T-no-teóricos.

- 34 Ahora bien, para van Fraassen los fenómenos observables son, en general, los procesos y estructuras observables, los cuales específicamente dentro de la actividad científica pueden describirse mediante los informes experimentales y de medición. De modo que los fenómenos no remiten a datos brutos y crudos, ni a experiencias sin ninguna elaboración o a resultados de observación completamente descontaminados o a cosas por el estilo. En este punto van Fraassen nos recuerda que «Patrick Suppes hace mucho tiempo enfatizó que las teorías no se contrastan con los datos brutos y crudos. Un reporte experimental ya es una representación selectiva y refinada, un “modelo de datos” como él los llama»¹⁹. Pero esto no es óbice para calificar los modelos de datos como algo independiente de una teorización.

6. Forma de la aserción empírica

En el numeral 3 se insinuó que la forma general de cualquier aserción empírica es la de una relación entre un modelo teórico y un modelo de datos. Esta relación es de tipo estructural porque los dos tipos de modelos son estructuras, de modo que *en principio* la relación podría ser una de las siguientes: isomorfismo, isomorfismo aproximativo, subsunción o subsunción aproximativa.

¹⁸ Moulines [1996], p.8.

¹⁹ van Fraassen [1997], p. 523.

El estructuralismo y van Fraassen comparten la siguiente idea importante: en el *análisis estructural de las teorías* una aserción empírica, en términos generales, relaciona un modelo de datos con un conjunto de modelos teóricos, pero el análisis no se compromete con una forma particular de dicha relación, ya sea de identidad o subsunción u otra. Cuando se defiende una relación particular entre un modelo teórico y uno de datos se pisa terreno epistemológico, se asume una posición particular en el debate realismo vs. empirismo. van Fraassen, en particular, adelanta en este campo su empirismo constructivo, en tanto que los estructuralistas no se comprometen con ninguna postura, se quedan en la descripción general de la aserción empírica.

El sello distintivo del empirismo constructivo de van Fraassen, en contraposición al realismo, está en que para él el objetivo de la actividad ciencia es proporcionarnos teorías *empíricamente adecuadas* y no propiamente verdaderas. Él considera que un objetivo como éste último es pretencioso e inviable²⁰. Se dice que una teoría es empíricamente adecuada cuando cada uno de los fenómenos (modelos de datos) de los que da razón la teoría es isomorfo con una subestructura empírica de los modelos teóricos propuestos. En tanto que creer que una teoría es verdadera es creer que uno de los modelos teóricos propuestos es isomorfo con la realidad.

Por su parte, la forma que la concepción estructuralista da a la aserción empírica de una teoría es como sigue. Para una teoría $T = \langle K, I \rangle$ dada, «la aserción empírica de la teoría es el siguiente enunciado global: el dominio de aplicaciones intencionales I puede subsumirse en K »²¹; esto es, que los principios de la teoría pueden aplicarse correctamente a los sistemas empíricos descritos en I . De modo que podemos decir que el estructuralismo es epistemológicamente neutral respecto al debate realismo-antirrealismo, tal y como este está formulado por van Fraassen. Es neutral en el sentido que sus planteamientos no abogan por una interpretación realista o empirista de las teorías. Dicho debate queda abierto aquí.

7. Neutralidad epistémica

Por una parte, y debido a esta última conclusión, admito que el estructuralismo y la concepción semántica de van Fraassen son neutrales respecto al debate realismo-empirismo; pero por otra, planteo que no lo son por la forma como caracterizan a los modelos de datos. Esta última conclusión es problemática puesto que normalmente se asume que el estructuralismo es epistémicamente neutral en un sentido amplio e interesante.

²⁰ Véase van Fraassen [1980].

²¹ Moulines [2002], p. 8.

Comencemos por preguntarnos: ¿en dónde radica el empirismo de van Fraassen? Considero que en dos puntos fundamentalmente: en la forma de caracterizar los fenómenos, al caracterizarlos como observables a través de una distinción (supuestamente) clara entre observables/inobservables; y al plantear que el éxito de la ciencia consiste en proponer teorías que sean empíricamente adecuadas, que “salven los fenómenos”. Lo primero es, en esencia, la tesis principal de su **empirismo posfundamentista**²² y lo segundo es la tesis de su empirismo constructivo. Se supone que realistas y empiristas constructivos comparten la tesis del empirismo posfundamentista: la independencia teórica de la experiencia. De tal manera que en este punto, que tiene que ver sólo con la concepción semántica de las teorías defendida por van Fraassen, también se tiene un compromiso epistémico. Valga aclarar que normalmente estos dos puntos no se suelen distinguir y, en algunos casos, se entienden como uno sólo.

Ahora bien, si existe un compromiso epistemológico por parte de van Fraassen al caracterizar la experiencia mediante observables, qué podemos decir sobre el estructuralismo. Más arriba se planteó que el estructuralismo era neutral, pero respecto al debate empirismo-realismo. La cuestión ahora es diferente porque esta tiene que ver con los modelos de datos, con las aplicaciones intencionales. Considero que en este punto hay una apuesta epistemológica por parte del estructuralismo, una apuesta que entiendo no está explícita en ningún escrito estructuralista. La idea clave radica en entender que la distinción observable/inobservable y T-no-teórico/T-teórico están al mismo nivel epistemológico; es decir, en ambos casos se hace una apuesta por caracterizar la base empírica de evaluación de las teorías. Aún más, creo que este tipo de distinción es, en principio, anterior a la distinción entre realismo y empirismo, como puede deducirse de lo dicho más arriba.

Finalmente, considero que el estructuralismo desemboca en un coherentismo en la evaluación de las teorías o en la fundamentación de las teorías (tesis contraria a la que defienden explícitamente los mismos estructuralistas) al adelantar las siguientes dos tesis: una, que las aplicaciones intencionales de una teoría quedan descritas únicamente en función de términos que son teóricos respecto a otra teoría distinta a la dada y, dos, la contrastación *empírica* de una teoría se establece a través de sus aplicaciones intencionales. Por falta de espacio aquí sólo puedo enunciar esta tesis, sin ninguna argumentación; para mayores detalles remito a mi tesis doctoral, Guerrero [2003], en donde presento en forma más amplia esta idea y desarrollo un argumento extenso a su favor.

²² Esta expresión la utiliza el mismo van Fraassen para establecer principalmente «el contraste con las variedades de empirismo identificadas como el último bastión del fundamentismo en epistemología» (van Fraassen [1993], p. 6).

Referencias Bibliográficas

- Balzer, W.; Moulines, C. U.; y Sneed, J. D. [1987]: *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht, Reidel.
- Carnap [1966]: *An Introduction to the Philosophy of Science*, New York, Dover Publications, 1995.
- da Costa, N. [1997]: *El conocimiento científico*, México, UNAM, 2000.
- Friedman, M. [1999]: *Reconsidering Logical Positivism*, New York, Cambridge University Press.
- Giere, R. [1988]: *Explaining Science. A Cognitive Approach*, Chicago, University of Chicago Press.
- [1996]: “From *Wissenschaftliche Philosophie* to Philosophy of Science”, en R. Giere y A. Richardson (Eds.) *Origins of Logical Empiricism*, Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Guerrero, G. [2001]: “Fallas en el enfoque sintáctico-axiomático de las teorías a la luz del enfoque semántico”, en J.M. Sagüillo, J.L. Falguera y C. Martínez (eds.), *Proceedings of the Congress Formal Theories and Empirical Theories. Foundational, Ontosemantic and Pragmatic Aspect*, Universidad de Santiago de Compostela – España, pp. 595-610.
- [2003]: *Enfoque semántico de las teorías. Estructuralismo y espacio de estados: coincidencias y divergencias*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2003, (publicada en cd-rom).
- [2005]: “Geometría pura y aplicada desde el enfoque sintáctico-axiomático de las teorías”, *eidos*, Nº 3, Julio 2005, Universidad del Norte, pp. 60-82.
- Kitcher, P. [1993]: *The Advancement of Science*, New York, Oxford University Press.
- Kraft, V. [1950]: *El Círculo de Viena*, Madrid, Taurus, 1986.
- Manzano, M. [1989]: *Teoría de Modelos*, Madrid, Alianza.
- Moulines, C. U. [1991]: “Pragmatics in the Structuralist View of Science”, en G. Schurz y G. J. W. Dorn, *Advances in Scientific Philosophy*, Poznan Studies, vol. 24, Amsterdam, Editions Rodopi.
- [1996]: “Structuralism: The Basic Ideas”, en W. Balzer y C. U. Moulines, *Structuralist Theory of Science. Focal Issues, New Results*, Berlin, Walter de Gruyter, 1996.
- [2002]: “Introduction: Structuralism as a Program for Modelling Theoretical Science”, *Synthese*, Volume 130, Nº.1, pp. 1-11.
- Putnam, H. [1962]: “What theories are not”, en Nagel, Suppes y Tarski, *Logic, Methodology, and Philosophy of science: Proceedings of 1960 International Congress*, Stanford, Stanford University Press; v.e. “Lo que las teorías no son”, en Roller, J. L., (Comp.): *Estructura y desarrollo de las teorías científicas*, México, UNAM, 1986.
- Stegmüller, W. [1979]: *La concepción estructuralista de las teorías*, Madrid, Alianza, 1981.
- Suppe, F. [1974]: “The Search for Philosophic Understanding of Scientific Theories”, en Suppe, F. (ed.) [1974]; v.e. “En busca de una comprensión filosófica de las teorías científicas”.

- [1989]: *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, University of Illinois Press, Urbana.
- [2000]: “Understanding scientific theories: An assessment of developments, 1969-1998”, *Philosophy of Science*, 67 (Proceedings), pp. S102-S115.
- Suppe, F (ed.) [1974]: *The Structure of Scientific Theories*, Chicago, University of Illinois Press; v.e. *La estructura de las teorías científicas*, Madrid, Ed. Nacional, 1979.
- Suppes, P. [1974]: “La estructura de las teorías y el análisis de datos”, en Suppes [1988].
- [1988]: *Estudios de Filosofía y Metodología de la Ciencia*, Madrid, Alianza Editorial.
- Reichenbach [1928]: *The philosophy of Space and Time*, New York, Dover Publications, 1958.
- van Fraassen, Bas. [1970]: “On the extension of Beth’s semantics of physical theories”, *Philosophy of Science*, september, 1970, pp. 325-339.
- [1980]: *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford; v.e. *La imagen científica*, Paidós-UNAM, México, 1996.
- [1989]: *Laws and Symmetry*, New York, Oxford University Press Inc.
- [1993]: “From Vicious Circle to Infinite Regress, and Back Again” en D. Hull, M. Forbes y K. Ohkruhlik (eds.), *PSA 1992*, vol. 2, 1993, pp. 6-29; v.e. (las tres primeras partes de las cuatro en inglés) “Después del fundacionismo: Entre el círculo vicioso y el regreso al infinito”, *Dianoia*, n° 38, 1992, pp. 217-40.
- [1997]: “Structure and Perspective: Philosophical Perplexity and Paradox”, en M. L. Dalla Chiara *et al.*, *Logic and Scientific Methods*, Synthese Library, v. 259, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.