

LA NOCIÓN DE *TEORÍA* EN LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA: UNA REVISIÓN ACTUAL*

THE NOTION OF *THEORY* IN PHILOSOPHY OF SCIENCE: A CURRENT OVERVIEW

MARIBEL BARROSO ROJO

Facultad de Filosofía y Humanidades. Doctorado en Filosofía.

Universidad Alberto Hurtado

Santiago, Chile.

mbarroso@alumnos.uahurtado.cl

RESUMEN

Se revisan las nociones de *teoría* que han ofrecido dos importantes corrientes dentro de la filosofía de la ciencia: las concepciones sintáctica y semántica de las teorías. En tal sentido, el presente recorrido crítico de la literatura especializada centra su atención en la dimensión sincrónica de las teorías y aborda qué son las teorías científicas, cómo se caracterizan y cuál es su relación con la realidad, con base en el análisis estático de estas; además, ofrece una aproximación al estado actual de la discusión.

Palabras clave: teoría científica; concepción enunciativa; concepción semántica; estructuralismo; modelos.

* Este artículo se debe citar: Barroso Rojo, Maribel. "La noción de teoría en la filosofía de la ciencia: una revisión actual".

Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia 21.42 (2022): 11-35. <https://doi.org/10.18270/rfc.v21i42.3227>

ABSTRACT

The notions of theory that have offered two important currents within the philosophy of science are reviewed, namely, the syntactic and semantic conception of theories. In this sense, this critical journey of specialized literature on the synchronous dimension of theories and addresses what scientific theories are, how they are characterized and what their relationship is with reality, based on static analysis of the same, giving, in addition, a brief approach to the current state of the discussion.

Keywords: scientific theory; declarative conception; semantic conception; structuralism; models.

1. INTRODUCCIÓN

¿Es posible hacer ciencia sin teorías? Contra la opinión de algunos entusiastas de las nuevas tecnologías y su inserción en la ciencia,¹ la respuesta parece ser no: las teorías son consustanciales a la actividad científica. Estas son “[l]a clave para la comprensión científica de los fenómenos empíricos: afirmar que un cierto tipo dado de fenómeno

¹ En su desafiante artículo de la revista *Wired* del año 2000, titulado “The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete”, Chris Anderson comienza citando al ejecutivo de Google Peter Norving: “Todos los modelos están equivocados, cada vez más es posible tener éxito sin ellos” (traducción propia), y señala que estamos en la era de los petabytes, la era en que la información es tan grande que se almacena en una nube en donde esta no supone un orden sino un enfoque estadístico inédito. En el que, además, somos invidentes respecto a la totalidad de los datos, al porqué una página es mejor que otra o al porqué coinciden el contenido de los anuncios con nuestros intereses, etcétera. Esto solo es así, y su justificación no es causal ni semántica, razón por la que Anderson nos dice “olvidense de la ontología y la psicología. ¿Quién sabe por qué la gente hace lo que hace? El caso es que lo hace y nosotros podemos rastrearlo y medirlo con una fidelidad inédita” (traducción propia). Por lo tanto, concluye Anderson, el enfoque tradicional basado en modelos, hipótesis y pruebas se encuentra obsoleto. Este artículo obtuvo una interesante respuesta por Mazzocchi (2015).

se entiende científicamente es tanto como decir que la ciencia puede ofrecer una explicación teórica de ello” (Hempel 2001 218; traducción propia). No obstante, no ha habido acuerdo entre los filósofos de la ciencia respecto a qué son y cómo se caracterizan las teorías; al contrario, esto ha sido fuente de malentendidos en unos casos y desacuerdos en otros.²

En el presente artículo se ofrece un breve recorrido por las distintas respuestas que a este respecto han dado dos de las corrientes más influyentes de la filosofía de la ciencia, exponiendo de manera sucinta qué ha entendido cada una de ellas por *teoría* desde un punto de vista sincrónico, esto es, en cuanto a la naturaleza y el modo en que las teorías organizan el conocimiento estáticamente, y se hace intencionalmente abstracción de cualquier elemento de discusión histórico o pragmático de las teorías, análisis que excede el acotado propósito del presente manuscrito, a saber, retomar la importancia de la noción de teoría en la discusión filosófica de la ciencia en general y aportar una breve aproximación al estado actual de la discusión.

2. LA CONCEPCIÓN CLÁSICA: LAS TEORÍAS COMO AXIOMAS O SISTEMAS DE ENUNCIADOS

A pesar de la falta de consenso en cuanto al modo de entender las teorías, las tres propuestas que se consideran aquí como formando parte de la concepción clásica coincidían en una caracterización mínima de las teorías científicas como aparatos legaliformes, representados mediante sistemas formales constitutivos de un conjunto

² Recuérdese la polémica entre Gottlob Frege y David Hilbert sobre el método axiomático por un malentendido sobre cómo entendían el término *teoría* (Mosterín 1984) o el debate Kuhn-Popper en el memorable simposio de Londres en 1965 (Lakatos & Musgrave 1970). El primero defendía su concepción del cambio científico a partir de una caracterización de las teorías como paradigmas inconmensurables, mientras el segundo abogaba por la idea de progreso científico con base en su concepción falsadora de las teorías como hipótesis audaces y arriesgadas. También puede mencionarse más recientemente la disputa entre las teorías como estructuras matemáticas o como modelos, y la necesidad de incorporar elementos pragmáticos en su caracterización.

de enunciados organizados axiomáticamente junto a reglas deductivas de derivación; de allí que también se les denomine “concepción enunciativa” de las teorías (Moulines 2002) o “enfoque sintáctico” de las teorías (van Fraassen 1989). Una versión no solo influyente sino además representativa de esta corriente fue la propuesta por Rudolf Carnap, quien caracterizó la estructura interna de las teorías como un cálculo formal con base en la lógica de primer orden y algunos elementos básicos de la teoría de conjuntos, en el que hay, desde un punto de vista sintáctico, 1) leyes teóricas —los axiomas—, 2) reglas de formación —cómo se construyen los enunciados en ese lenguaje— y transformación —derivativas o de inferencia— y 3) teoremas —las afirmaciones teóricas derivadas de 1 y 2— ; y una semántica formulada a partir de una topología jerárquica de conceptos —similar a la teoría de los tipos de Bertrand Russell— con base en la distinción entre lenguaje teórico y lenguaje observacional para la interpretación de las proposiciones científicas.

Era lugar común dentro de la concepción clásica distinguir entre, por un lado, un lenguaje teórico que contiene términos como “electrones”, “átomos”, “campo electromagnético”, y enunciados sobre objetos o hechos inobservables como “si un cuerpo neutro adquiere electrones queda cargado negativamente” y, por el otro, un lenguaje observacional que contiene términos como “volumen”, “rojo”, “caliente”, y enunciados que refieren a objetos y hechos observables como “al incrementar la temperatura el líquido aumenta de volumen”. Proporcionar la interpretación empírica y otorgar significado a las expresiones teóricas requería de vincular los términos o los enunciados teóricos con los observacionales mediante reglas semánticas de designación. Estos enunciados mixtos fueron denominados *reglas de correspondencia* C^3 y constituían parte de la teoría junto con los axiomas. En cuanto al lenguaje observacional, Carnap sin mayor explicación al respecto afirmó que “sin especificarlo expresamente, damos generalmente por sentado que la estructura lógica de LO está dada” (1986 70).

³ Winther (2015) menciona la variedad de sinónimos usados por la concepción clásica para este término: diccionario (Campbell), reglas operacionales (Brigman), definiciones coordinativas (Reichenbach), sentencias reductivas (Carnap, Hempel), postulados de correspondencia (Carnap), principios puente (Hempel, Kitcher), funciones de reducción (Schaffner) y leyes puentes (Sakar).

A la periferia del círculo, Cohen y Nagel caracterizaron las teorías como una elaboración mediante “una interconexión sistemática de los fenómenos” en la que “se abstraen en general aquellos aspectos que permiten la realización de este objetivo” (1990 238). De acuerdo con estos autores, cualquier elaboración teórica presupone un proceso de abstracción mediante el cual se busca captar el carácter general de las cosas a través de las relaciones invariables de los fenómenos, con el costo de alejarse con ello del sentido común. Este carácter legaliforme es expresado en las teorías científicas a partir de la subsunción de lo particular de los eventos en leyes generales cuya pretensión es explicar teóricamente los fenómenos y que, a su vez, puedan ser explicadas por leyes de mayor generalidad.

Las teorías científicas de acuerdo con Cohen y Nagel pueden dividirse en físicas y abstractas. Mientras las primeras se caracterizan por “apelar a un mecanismo oculto fácil de imaginar y que explica los fenómenos observables”, las segundas “suprimen toda referencia a tales mecanismos ocultos y utilizan relaciones abstraídas de los fenómenos realmente observables” (1990 239). La idea básica de esta división es distinguir entre teorías que apelan a un mecanismo no explícito y teorías en las que lo implícito se reduce al mínimo o que, sencillamente, prescinde de este mecanismo oculto.⁴

Desde el grupo de Berlín, Carl G. Hempel realizó a la par importantes contribuciones a la comprensión clásica de las teorías. A pesar de sus críticas al positivismo lógico,⁵ en apoyo de este enfoque Hempel consideraba que el recurso formal de la

⁴ Dicho de otro modo, la distinción es entre teorías que plantean modelos mecánicos con base en la definición de objetos visibles cuyo funcionamiento depende de procesos no observables (hipotéticos) y teorías en las que se definen no solo los objetos de estudio, sino además las propiedades comunes a tales objetos y los principios generales que los vinculan. Ejemplos del primer grupo son: la teoría atómica de la química, la teoría cinemática, la termodinámica y la teoría de los gases, la teoría de los genes en estudios de la herencia, entre otros; mientras que la teoría de la gravitación, la ley de la caída de los cuerpos, la teoría de la transmisión del calor, la teoría de la evolución orgánica, entre otras, pertenecerían al segundo grupo. También era posible una fusión entre los dos tipos de teorías, según advierten los autores, como es el caso de la teoría de la relatividad de Einstein (Cohen & Nagel 1990).

⁵ Entre las cuales se encuentran la famosa objeción a la distinción teórico-observacional por considerarla engañosa en varios aspectos filosóficamente significativos o el rechazo del método de confirmación por inducir a contradicción –la conocida paradoja de Hempel–, entre otras.

axiomatización era indispensable para caracterizar las teorías en cuanto estas son “un conjunto de enunciados cerrados bajo la relación de consecuencia lógica, en el sentido de que contiene todas las consecuencias lógicas ... de cualquiera de sus subconjuntos. Por lo tanto, una teoría consistirá en un infinito conjunto de enunciados” (2001 148; traducción propia). Solo un dispositivo axiomático podría proporcionar un criterio inequívoco de cuáles de estas sentencias expresadas en un lenguaje n son, en efecto, afirmaciones de la teoría.

Hempel distinguía entre “principios internos”, que sirven para especificar las unidades básicas y los procesos propuestos por la teoría junto a las leyes que los gobiernan, y “principios-puente”, un subconjunto de la clase de las oraciones afirmadas por la teoría que indican cómo la teoría está vinculada a los fenómenos que pretende explicar. Esta división, según Hempel, era análoga a la caracterización de los dos tipos de teoría expuestas por Nagel (2001 218). Así, si I —el conjunto de “principios-internos” — y B —el conjunto de “principios-puente” — caracterizan T —una teoría determinada—, entonces T puede representarse como el par ordenado de esos conjuntos $T = \{I, B\}$ o, más intuitivamente, T puede interpretarse como el conjunto de las consecuencias lógicas de I y B , $T = c(I \cup B)$ (Hempel 1973), donde I hace uso de un vocabulario teórico no empleado en descripciones anteriores ni en las leyes sobre los fenómenos empíricos que T pretende explicar; mientras que B contendrá tanto un vocabulario teórico como un vocabulario antecedente, esto es, un vocabulario preteórico con el que se formulan las descripciones y generalizaciones sobre los fenómenos por explicar. Este vocabulario antecedente no ha de concebirse como una noción vicaria de los términos observacionales, sino, más bien, como conteniendo términos no observacionales que se introdujeron originalmente en el contexto de una teoría anterior.⁶

En continuo diálogo con los miembros y las tesis del Círculo de Viena, se encuentra Karl Popper quien, si bien hay que aclarar no era un positivista o empirista

⁶ Hempel (1973) ejemplifica con dos teorías: la teoría cinética de gases y la teoría temprana de Bohr del átomo de hidrógeno.

lógico,⁷ coincidía con estos en caracterizar las teorías como un conjunto de enunciados interpretables con ayuda de la lógica de primer orden. Los elementos constitutivos básicos de las teorías en la propuesta popperiana son las hipótesis, leyes o enunciados generales; el contenido lógico, la clase de todos los enunciados implicados por los enunciados generales; y el contenido empírico, la clase de los enunciados básicos que la contradicen, es decir, sus falsadores potenciales (Popper 1991).

El contenido lógico puede expresarse en enunciados de contenido 0 (tautologías) y en enunciados de contenido distinto o mayor a 0 (los enunciados verdaderos no tautológicos y los enunciados falsos). Los primeros corresponden al contenido de verdad realmente interesante de las teorías, mientras que los segundos al contenido de falsedad de las teorías al que Popper establece tres requisitos: 1) que sea una clase subsecuente de un enunciado básico, 2) que contenga todos los enunciados falsos deducibles del enunciado básico y 3) que no posea ningún enunciado verdadero (Popper 2001). Por su parte, el contenido empírico se encuentra directamente relacionado con lo que Popper llama “el criterio de satisfactoriedad potencial” relativa de una teoría, esto es, un criterio intuitivo que permite la elección entre teorías rivales que,

[C]onsidera preferible la teoría que nos dice más; o sea, la teoría que contiene mayor cantidad de información o *contenido empírico*; que es lógicamente más fuerte; que tiene mayor poder explicativo y predictivo; y que, por ende, puede ser testada más severamente (1991 266).

A pesar de sus diferencias con el positivismo lógico, Popper es ubicado dentro de la concepción clásica o enunciativa de las teorías junto con los primeros, por su

⁷ Por un tiempo se le criticó por su supuesta adhesión al positivismo lógico, vinculación que el mismo autor niega en su autobiografía (Popper 2005). En efecto, Popper no compartía la mayoría de las tesis centrales del positivismo lógico como el rechazo a la metafísica, el método inductivo, la dicotomía teórico-observacional, etcétera.

consideración de las teorías científicas como una colección de enunciados y por defender que la relación entre las leyes y los enunciados científicos es la de deducibilidad.⁸

La concepción clásica de las teorías fue abandonada al punto de perder vigencia a finales de la década de 1960,⁹ dejando tras sí una estela de importantes críticas, no solo dentro del ámbito de la filosofía de la ciencia,¹⁰ sino además importantes objeciones a partir de los debates corrientes en campos cercanos como la filosofía analítica, la filosofía del lenguaje, entre otros. Si bien no son los únicos, tres escritos fueron determinantes en este sentido: “Los dos dogmas del empirismo” de W. O. Quine (2002) con su crítica a la distinción analítico-sintético,¹¹ *Cómo hacer cosas con palabras* de John Austin (1982) y su rechazo a la falacia descriptiva,¹² y “El desplome de la dicotomía hecho-valor” de Hilary Putnam (2004) y su crítica a la separación tajante entre

⁸ Se agradece a un revisor anónimo por sugerir precisar este punto.

⁹ Del 26 al 29 de marzo de 1969, se realizó el famoso Simposio Internacional de Urbana, que supuso el ocaso para la concepción clásica y el comienzo de una nueva imagen de las teorías y de la ciencia en general (véase Suppe, 1979).

¹⁰ Además de las ya mencionadas, la concepción enunciativa fue también duramente criticada por el uso restrictivo de la lógica de primer orden para el cálculo, ya que si bien esta lógica es completa y consistente, pierde poder expresivo para capturar la sofisticación de las teorías (se agradece la precisión de un revisor anónimo en este punto); y por la rigidez de la naturaleza esquemática de las teorías y su consiguiente inadecuación a la práctica científica. Esta será la principal crítica de los representantes de la concepción semántica de las teorías.

¹¹ Quine derriba la distinción tajante entre enunciados analíticos y sintéticos presupuesta por el criterio de significado empírico, y por tanto, de los métodos de verificación –o falsación– de la concepción clásica o enunciativa, al señalar que detrás de la noción de significado presupuesto en las proposiciones analíticas se encuentra lo que él denominó la sinonimia cognitiva, esto es, la recolección del lexicógrafo de cómo se usan las palabras en la práctica cotidiana.

¹² La falacia descriptiva consiste en suponer, como hacía la concepción clásica o enunciativa, que todos los enunciados proposicionales son constataivos, es decir, verificables en términos de verdad o falsedad. A fin de delimitar qué expresiones lingüísticas son constataivas y cuáles no, Austin propone distinguir entre cuáles de las expresiones que utilizamos en el lenguaje corriente o natural suponen su acto de manera explícita al mismo momento de ser formuladas (por ejemplo, “prometo devolver el libro”, “Si, acepto a María como esposa”, etcétera) y que erróneamente han pasado por “enunciados” proposicionales; a tales expresiones las denomina: realizativos.

hechos y valores.¹³ En conjunto, estos tres escritos dan directo al corazón de uno de los fundamentos de la concepción clásica de las teorías, la noción de significado empírico.

3. LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA: LAS TEORÍAS COMO ESTRUCTURAS MODELO-TEÓRICAS¹⁴

Al igual que su predecesora, en la concepción semántica se encuentran diversas maneras de concebir la naturaleza de las teorías, las cuales varían según su caracterización como modelos definidos a partir de predicados conjuntistas con base en la teoría informal de conjunto,¹⁵ modelos que se identifican con estructuras matemáticas o "o modelos que se representan como trayectorias en un espacio de estados. No obstante sus diferencias, una descripción mínima de la noción de teoría en la familia semántica coincide en rechazar asuntos medulares de la concepción clásica o enunciativa, tales como el análisis micrológico,¹⁶ la dicotomía teórico-observacional,

¹³ Putnam señala que más que dos nociones separadas, hechos y valores se imbrican en la práctica científica: el análisis de los hechos presupone valores epistémicos, y estos, a su vez, hechos. El punto ciego persiste solo en ese espacio en el que se equipara –equivocadamente– objetividad y descripción.

¹⁴ Es importante aclarar que por modelo teórico nos referimos a lo que José L. Falguera (1993) caracteriza como una "(re)conceptualización de un sistema específico, no bien conocido o comprendido con anterioridad"; distinguiéndolo de otros tipos de modelo tales como modelos a escala, modelos matemáticos y modelos analógicos.

¹⁵ Existen varios tipos de axiomatización, entre los cuales se encuentra el conjuntista informal (también llamado axiomatización informal mediante la definición de un predicado conjuntista) en el que determinados conceptos básicos en conjunción con los axiomas de la teoría caracterizan una estructura. Son informales en razón de que tales conceptos se introducen en el lenguaje informal sobre una base meramente intuitiva. El ejemplo paradigmático de un predicado conjuntista es "x es grupo". Lo interesante de esta axiomatización es que todos los axiomas y sus teoremas describen una estructura matemática, esto es, la totalidad de las relaciones expresadas por los axiomas.

¹⁶ El micrológico toma como unidad básica de análisis los enunciados y la relación básica es la deducibilidad; mientras que en el análisis macrológico las unidades básicas son los modelos y el análisis es modelo-teórico (Stegmüller 1974).

la caracterización de las teorías como una clase de enunciados más el subconjunto de las relaciones lógicas entre ellas, entre otros. En su lugar, coincide en afirmar que el análisis macrológico y la estrategia modelo teórica constituyen una mejor manera de representar científicamente “trozos” de la realidad; en tal sentido, para la concepción semántica, presentar una teoría no es mostrar un conjunto de enunciados, sino presentar metalingüísticamente el conjunto de sus modelos, y los modelos definen e identifican los fenómenos que tratan, en cuanto satisfacen las leyes de la teoría de la que son modelos. Pues bien, a partir de estas dos afirmaciones centrales de las teorías caracterizadas como conjuntos de modelos, se abre una amplitud de posibilidades respecto a *con qué* se identifican tales modelos.

3.1. SUPPES, LA ESTRATEGIA CONJUNTISTA

El iniciador de la corriente semántica, Patrick Suppes, fue explícito en rechazar la división de las teorías en dos partes, “una de las cuales es un cálculo abstracto o lógico, y la otra un conjunto de reglas que confieren contenido empírico al cálculo lógico interpretando por lo menos alguno de los símbolos primitivos o definidos del cálculo” (1988 125), aunque no por ello rechaza del todo el recurso lingüístico para formular las teorías, ya que la relevancia de los modelos se determina señalando un conjunto de enunciados en un n-lenguaje; ni, por otro lado, rechaza su consideración formal, ya que, en su opinión, una de las formas más simples de proporcionar una caracterización extrínseca es simplemente definir la clase de modelos de la teoría. Preguntar si se puede axiomatizar una teoría es, entonces, preguntar si podemos fijar un conjunto de axiomas tal que los modelos de esos axiomas son precisamente los modelos en la clase definida.

Los modelos para Suppes son:

Una realización posible de las teorías ... si los axiomas de la teoría se satisfacen en la realización ... las proposiciones válidas de la teoría se definen como aquellas proposiciones que son las consecuencias lógicas de los axiomas [y añá-

de] Para proporcionar una flexibilidad matemática completa, hablaré de teorías axiomatizadas dentro de la teoría de conjuntos general, definiendo un predicado teórico conjuntista de manera apropiada (por ejemplo, “es un grupo”), en lugar de hablar de teorías axiomatizadas directamente dentro del lenguaje formal de la lógica de primer orden (1962 252; traducción propia, corchetes propios).

Las teorías son descritas en términos de modelos de acuerdo a la teoría de modelo de Tarski, i.e., como modelos interpretados, por un lado, y matemáticamente definidos por un predicado conjuntista con base en la teoría informal de conjuntos (*naive set-theory*), por otro.¹⁷

Para precisar la relación entre teoría y experiencia, Suppes introduce una teoría de los datos en términos de procedimientos experimentales, una jerarquía de modelos de acuerdo a su tipo lógico y la noción de modelos de datos, con la que busca comparar modelos de diferentes tipos lógicos,¹⁸ no sin recibir varias críticas al respecto, entre las cuales encontramos la acusación de “pérdida de contenido” y “pérdida de la realidad” de Muller (2011),¹⁹ la de ostentar una noción limitada de

¹⁷ Krause y Becker hacen notar la ambivalencia de Suppes a este respecto, ya que en algunos lugares trató los modelos en un sentido tarskiano, como estructuras que satisfacen una teoría, mientras que en otros reconoció que, si por enfoque semántico se señala la estipulación de un conjunto de estructuras que satisfacen un conjunto de sentencias designadas bruscamente en el lenguaje formal, entonces esta perspectiva no es la semántica, ya que la axiomatización por un predicado conjuntista en el sentido de Suppes no requiere satisfacer un conjunto de sentencias en un sentido tarskiano. Según los autores, ambas perspectivas son permitidas en el enfoque semántico y constituyen distintas versiones de este (Krause & Becker 2015).

¹⁸ En matemática pura, la comparación de teorías supone la comparación de modelos del mismo tipo lógico por ser estructuras isomórficas (en términos intuitivos, que tienen la misma forma, aunque varían en su contenido) u homomórficas (que, aunque varíen en su contenido, sean tan idénticas que una pueda integrarse a la otra), a diferencia de lo que sucede con los modelos teóricos y los experimentales.

¹⁹ Por proporcionar estructuras meramente abstractas a menos que se exprese el contenido empírico lingüísticamente.

modelo según Downes (1992),²⁰ la del énfasis de las teorías en la explicación de los fenómenos hecha por Suárez (2003), y Suárez y Cartwright (2008),²¹ entre otras.

3.2. ESTRUCTURALISMO, LAS TEORÍAS COMO ESTRUCTURAS MATEMÁTICAS

Los estructuralistas conciben las teorías como entidades estructuralmente complejas contentivas *grosso modo* de un núcleo central constante y un entorno complementario variable constitutivo de las aplicaciones pretendidas. Coinciden con Suppes en la caracterización matemática de las teorías, pero discrepan de él en cuanto consideran el ámbito teórico y el empírico como dos aspectos diferenciados de las teorías. Este enfoque de la concepción semántica recibió una importante influencia de los autores historicistas que tuvieron su apogeo en la década de 1960, en particular de Thomas Kuhn y su teoría del desarrollo histórico de las teorías; en tal sentido, consideran esencial a las teorías, no solo las leyes —“generalizaciones simbólicas” de Kuhn—, sino también sus aplicaciones —“ejemplares” kuhnianos—. Los desarrollos de esta corriente comenzaron con la propuesta del destacado alumno de Suppes y fundador de la corriente Joseph Sneed.

Sneed (1979) caracterizó las teorías de la siguiente manera: una teoría T consta de la estructura matemática K correspondiente a T y las aplicaciones intencionales I de T , que son los enunciados empíricos correspondientes a las aplicaciones de T , es decir, $T = \{K, I\}$, donde K está constituida por: 1) el conjunto de los modelos actuales M de T , la estructura matemática fundamental de la teoría; 2) los modelos poten-

²⁰ Cuestiona la rigidez de la visión semántica al adoptar una visión limitada de modelo en términos matemáticos, ya que no es posible dar cuenta del isomorfismo de todos los modelos, en virtud de que algunos carecen de contenido matemático.

²¹ Estos autores señalan la dependencia de los modelos a la teoría en la propuesta de Suppes. Ellos consideran que su papel es el de mediadores entre la teoría y los fenómenos; en tal sentido consideran que los modelos se construyen para adecuarse al mundo, han de tener un papel autónomo en la ciencia y no ajustarse a la teoría como sugiere la caracterización jerárquica de los modelos de Suppes.

ciales M_p de T , la matriz de la teoría; 3) el conjunto de modelos potenciales parciales M_{pp} de T , el conjunto de M_p menos funciones T -teóricas, es decir, la base empírica de T ; 4) el conjunto de las condiciones de ligadura (*constrains*) C , las restricciones que se establecen entre los diferentes modelos de T , y 5) los vínculos interteóricos (*links*) L de T , así pues $K = \{M, M_p, M_{pp}, C, L\}$.

La dicotomía teórico-observacional de los empiristas lógicos surge de un error categorial ya que lo correcto es distinguir entre observacional-no observacional y teórico-no teórico; de manera que sustituye la distinción epistemológica teórico-observacional de la concepción clásica, por la distinción funcional teórico-no teórico, en la que lo teórico o no teórico se determina en relación con una teoría T dada.²² Un concepto es T -teórico si es un concepto propio de la teoría —está determinado exclusivamente por esta—; por ejemplo, los términos de “masa” y “fuerza” en la mecánica clásica de partículas; mientras que es T -no teórico si remite a un concepto que fuera posible determinar previamente a T ; por ejemplo, la magnitud de posición.

Representar la estructura de las teorías desde un punto de vista estático requería dar cuenta de la concreción de los elementos teóricos y de su conexión entre sí, lo que se consiguió mediante el concepto de red teórica. Un conjunto de elementos teóricos de T es una red si entre ellos media la relación de especialización, i.e., si unos imponen restricciones de especificación sobre los otros a través de las ramificaciones de la teoría. Por lo general, una teoría no tiene un solo elemento teórico, por lo que se necesita especificar las relaciones entre tales elementos dentro de una misma teoría a través de lo que Sneed denominó condiciones de ligadura, esto es, las interconexiones restrictivas entre las aplicaciones propuestas de T .

La caracterización sneediana de las teorías tuvo un desarrollo posterior por parte de la denominada escuela de Stanford, i.e., del mismo Sneed junto a los trabajos de W. Balzer, C. U. Moulines (Balzer, Moulines & Sneed 1987) y otros.²³

²² Stegmüller (1983) recoge *in extenso* este debate.

²³ En Peris Viñé (2012) se recoge el desarrollo de esta corriente.

3.3. VAN FRAASSEN Y LOS “ESPACIOS DE ESTADOS”

Bas van Fraassen coincide con los estructuralistas en la caracterización de las teorías como modelos, pero discrepa en la afirmación de que estos modelos representan estructuralmente los fenómenos; en su lugar sostiene que los modelos describen puntos o trayectorias en un “espacio de estados”,²⁴ *i.e.*, un ente matemático en el que se describen las secuencias posibles de valores de las magnitudes en la trayectoria de un objeto. A cada estado posible le corresponde un punto en ese espacio que es interpretado en la teoría frecuencial de la probabilidad. En palabras de van Fraassen:

Esto introduce la idea de un grupo de modelos conjuntos por un espacio de estado común; cada uno de los cuales tiene, además, un dominio de objetos más una “función de historia” que asigna a cada objeto una historia, esto es, una trayectoria en esos espacios. Por tanto, la representación de la teoría debe proceder describiendo una clase de tipos de espacios (1987 109; traducción propia).

Presentar una teoría es dar la definición de cierto tipo de sistemas más sus hipótesis (los modelos), a efectos de que ciertos sistemas reales pertenezcan a la clase definida. La teoría es, digamos, “verdadera” si los sistemas reales pertenecen a la clase definida; en otras palabras, la teoría es “verdadera” si el “trozo” de realidad-objeto es uno de sus modelos. La relación entre teoría y mundo viene dada por lo que van Fraassen llama la adecuación empírica, que consiste en “la incrustación de todas esas partes en algún modelo singular del mundo permitido por la teoría” (1987 112) refiriéndose con “esas partes” a las estructuras empíricas del mundo, las cuales son observables y actuales, y constituyen los candidatos —*i.e.* los modelos— para la representación de los fenómenos que se pretenden confrontar en la experiencia. Si la aserción empírica es “verdadera”, se dice entonces que la teoría “salva los fenómenos”.

²⁴ También llamado “espacio de fases”, iniciado por Weyl y desarrollado por Ever Beth.

Van Fraassen objeta la distinción teórico-observacional de la concepción clásica por considerar que comete un error categorial al confundir la teoría con su formulación en un lenguaje determinado: los términos y los conceptos son de índole teórica, mientras que lo observacional o no observacional refiere a las entidades empíricas. La referencia a estas últimas siempre será a través de un lenguaje, *i.e.*, a través de los conceptos y términos teóricos. De manera que, en opinión de van Fraassen (1989), resulta indiscutible que la observación —y no observación— se encuentra cargada de teoría. La distinción observacional-no observacional es entonces una distinción epistemológica resuelta de alguna manera por la ciencia, ya que es ella la que marca, a través de las teorías mismas, lo que es observable y lo que no (van Fraassen 1996).

La distinción epistemológica observacional-no observacional como base de apoyo al empirismo constructivista y antirrealismo de Bas van Fraassen fue objeto de varias críticas. Una en particular merece ser atendida en este recuento. Se trata del argumento de Michael Friedman según el cual tal distinción es incoherente con su posición antirrealista, ya que si nuestra observación está cargada de teoría, entonces, estas entidades teóricas con las que van Fraassen se refiere a lo observable como “adecuado empíricamente” gozan de alguna existencia (Friedman 1982).

En su trabajo sobre el realismo científico, André Kukla (1998) señala que van Fraassen podría alegar en contra de Friedman que su crítica se basa en un resabio del análisis sintáctico de las teorías, esto es, que está hecha desde una concepción de las teorías entendidas como un conjunto de axiomas y que, por tanto, la noción de validez se asume como consecuencia lógica; cuando, por el contrario, para van Fraassen una teoría es un conjunto de modelos y que, por tanto, “decir que una teoría T es empíricamente adecuada es decir que el mundo de los fenómenos observables es isomorfo a un submodelo de T” (Kukla 1998 141; traducción propia). Es decir, no hay compromiso con ninguna noción de verdad de las teorías, más allá de la implicada en nuestra creencia de ellas.

No obstante, Kukla considera que la crítica de Friedman sí acaba con la distinción de van Fraassen y plantea el problema como un dilema de dos cuernos, por un lado, nos dice que “parece imposible afirmar lo que queremos afirmar sin hacer compromisos teóricos” ya que, según van Fraassen, no existe un lenguaje teórico

neutral mediante el cual poder describir entidades observables como los más de 1023 átomos de carbono que presentan como consecuencia observacional las teorías químicas que postulan la existencia de masas macroscópicas de carbono; mientras que, por el otro, “es inaceptable repudiar la necesidad de decirlo” y limitarnos a afirmar que los fenómenos observables son isomórficos a un submodelo de la teoría (Kukla 1998 143).

4. LAS TEORÍAS Y EL PAPEL DE LA REPRESENTACIÓN DE LOS FENÓMENOS

Buena parte de las críticas hechas a la concepción semántica han sido respecto a la poca importancia que esta ha dado a la noción de representación, toda vez que esta parece omnipresente en cualquier caracterización de las teorías científicas. Roman Frigg, por ejemplo, ha señalado que una de las características más interesantes de los modelos es la de instruir acerca del “trozo” de realidad de la que es modelo, pero para que ello sea posible los modelos deben ser representacionales. De manera que si los modelos pretenden ser informativos en este sentido, la propuesta semántica requiere dar cuenta de una teoría de la representación que resuelva lo que Frigg ha llamado los tres enigmas: 1) el enigma ontológico, *i.e.*, precisar qué tipo de objetos son los modelos; 2) el enigma de la representación, *i.e.*, dar cuenta de qué es lo que hace que un modelo sea representación de un “trozo” de la realidad, y 3) el enigma del estilo, *i.e.*, dar cuenta del pluralismo representacional desde la variedad de estilos de representar.

En su ensayo Frigg distingue dos versiones de la concepción semántica de las teorías, una con base en un isomorfismo estructural, la otra con base en la noción de similitud; ninguna de estas dos versiones puede ofrecer, en su opinión, una teoría adecuada de la representación. La razón de esto estriba en que no resuelve los tres enigmas mencionados (Frigg 2006). El isomorfismo estructural es simétrico y reflexivo, mientras que la representación no lo es. Por otra parte, son muchos los casos en que ninguno de los dos objetos, a pesar de ser isomorfos, representa al otro, razón

por la cual la concepción semántica falla al dar correctamente la extensión de una representación, luego no resuelve el enigma ontológico. En cuanto al segundo enigma, Frigg argumenta que el nivel de abstracción de las afirmaciones estructuralistas no permite descripciones concretas del sistema de destino. Por último, alega que un sistema de destino no exhibe una estructura única en razón de que diversas descripciones determinan diferentes estructuras, ejemplo: el metano puede ser descrito según su constitución química o según su morfología, dependiendo del contexto científico.

En la versión alternativa, la relación que vincula los modelos con el sistema de destino es la de similitud: “un modelo M representa el sistema de destino T si M es similar a T ”. Aunque esta versión es menos restrictiva que la anterior, tampoco logra satisfacer las demandas de Frigg en cuanto es lógicamente incompatible con una teoría adecuada de la representación y no logra resolver el problema del estilo tampoco:

Una afirmación de similitud sin calificar es vacía; es necesario especificar los aspectos y los grados relevantes para que una afirmación de similitud sea significativa. Entonces, lo que necesitamos es una descripción de los tipos de similitud científicamente relevantes, el contexto en el que se utilizan y las afirmaciones cognitivas que respaldan. Sin especificaciones de ese tipo, no hemos resuelto satisfactoriamente el problema del estilo ni en su variante normativa ni descriptiva (Frigg 2006 61; traducción propia).

Por su parte, van Fraassen (2014) también sugiere que la concepción semántica debe evolucionar a una visión representacional, lo cual requiere dar cuenta de cómo una entidad abstracta, como lo es una estructura matemática, puede representar fenómenos concretos como, por ejemplo, los objetos de la naturaleza. Reconoce la dificultad en su empirismo constructivo temprano para explicar cómo las teorías representan los fenómenos en el caso de que sean empíricas, ya que en el caso de los objetos matemáticos se comprende que los modelos de la teoría compartan la misma estructura con los fenómenos, pero definir el dominio y el rango —y la relación entre sus objetos—, cuando de teorías empíricas se trata, resulta algo difícil de explicar. La respuesta de van Fraassen a este respecto no es menos problemática:

Lo que nos dan las teorías científicas para representar los fenómenos son los modelos; los modelos son estructuras matemáticas; las estructuras matemáticas no se distinguen más allá del isomorfismo; por tanto, la representación científica de los fenómenos no va más allá de la representación de su estructura [citado en González 2014 8.]

Otra propuesta que destaca en el debate actual en la filosofía de las ciencias es la concepción semántica representacional (CSR), también llamada la tesis Hughes-Giere-Suárez. Estos autores coinciden con los semánticos en que las teorías pueden caracterizarse como conjuntos de modelos y discrepan de la propuesta estructuralista en la identidad entre modelos y estructuras matemáticas. En su lugar, abogan por entender las teorías desde un punto de vista menos restrictivo, *i.e.*, como representaciones que apuntan —en un evidente giro pragmático— a un objeto en su contexto de aplicación por mediación de un agente. Sin embargo, de que los modelos de las teorías no sean caracterizados estructuralmente no se sigue necesariamente que las estructuras no puedan ser efectivamente empleadas en el desarrollo y la aplicación de las teorías; al contrario, lo que estos autores proponen es una noción deflacionaria de la representación científica, según la cual, 1) no existen condiciones necesarias y suficientes para la representación científica y 2) la representación se encuentra profundamente articulada con la práctica científica.

De acuerdo con Suárez y Pero, toda representación se expresa mediante un relato inferencialista, aunque ello no descarta que en algunos casos y contextos específicos, esta pueda ser “mapeada” con base en una estructura matemática:

Una concepción deflacionaria solo se compromete con la negación de que la relación estructural, como se describe mejor, constituye una representación incluso en ese caso particular, es decir, negará que es la propiedad gracias a la cual, la representación es tal (Suárez & Pero 2019 8; traducción propia).

Pero si esto es así, ¿por qué la concepción estructuralista no es viable como una teoría representacionista? La respuesta de Suárez y Pero es clara:

La razón por la que los componentes de la representación no pueden ser estructurales está relacionada con la inherente diversidad del modelado científico, el cual está ubicuamente plagado de idealización. Las representaciones científicas pueden idealizar de al menos tres maneras distintas: por abstracción, por pretensión o por simulación, donde la tercera es una combinación de las dos anteriores. Ningún morfismo puede dar cuenta de todas estas formas de idealización (Suárez & Pero 2019 33-34).

Y añade:

En otras palabras, no existe un morfismo informativo al que se reduzcan todos los sentidos de representación, incluso cuando la fuente y el objetivo son estructuras o pueden ser mapeadas únicamente como ontoestructuras (Suárez & Pero 2019 33-34; traducción propia).

En resumen, el estructuralista no puede dar cuenta estructuralmente —esto es, ni isomórfica ni homomórficamente— de sus modelos y, por tanto, no estaría en disposición de representar la práctica inferencial y contextual de los agentes en su elaboración teórica, lo que a la postre significa que no puede representar científicamente todas las teorías. La CSR pretende convertirse en una tercera vía que va más allá de las perspectivas sintácticas y semánticas —sin excluirlas—, que busca explicar esta dimensión pragmática de las teorías y, por tanto, de la práctica científica. Por supuesto, el enfoque representacional de la CSR lidia con sus propios problemas: la relación representación-fenómeno, mejor conocido como el problema de la aplicabilidad o como le llama Suárez “el problema de la constitución”, a saber, de qué manera se definen las condiciones de representación; el problema de la demarcación, i.e., la cuestión acerca de cómo se distingue cuál representación es científica y cuál no, entre otros (Suárez & Pero 2019).²⁵

²⁵ Para un relato más completo de los problemas con los que ha de verse el representacionalismo científico, véase Frigg & Nguyen (2020).

Por su parte, Thomas Cunningham propone integrar lo que él llama la estrategia formal, la cual busca resolver los problemas de la concepción semántica mediante técnicas sofisticadas para definir nociones como isomorfismo y apariencia (Da Costa & French 2003; French & Ladyman 1999) y la estrategia liberal que, a su vez, propone relajar las restricciones matemáticas impuestas a la caracterización de las teorías por parte de los semánticos (Giere 2004); en un enfoque compatibilista con base en la rehabilitación de tres aspectos de la propuesta de Patrick Suppes: 1) su compromiso con una jerarquía de modelos de teorías, 2) su pluralismo sobre la naturaleza de los modelos y las relaciones de representación, y por último, 3) su idealismo sobre la relación teoría-mundo (Cunningham 2008).

5. CONCLUSIONES

En los últimos años ha habido una amplia aceptación en filosofía de la ciencia respecto a la consideración de las teorías como conjunto de modelos, en este sentido, se puede decir que la filosofía ha alcanzado a la ciencia —en donde el uso de la noción intuitiva de modelo está extendida— y camina a su lado. Ha quedado claro que si los filósofos de la ciencia buscan dar cuenta de las teorías en cuanto a objetos científicos, entonces han de precisar su caracterización como lo que son: idealizaciones de la realidad y no meras ficciones formalizadas esquemáticamente en la lógica de primer orden. En este sentido, los modelos, identifíquense o no con estructuras matemáticas, son unos de los objetos más interesantes para las teorías empíricas y su uso en la práctica científica se encuentra ampliamente documentado en la literatura; su versatilidad e independencia del lenguaje natural les permiten representar desde construcciones teóricas altamente idealizadas con relativa simplicidad, como los llamados toy models o minimal models (Reutlinger, Hangleiter & Hartmann 2018) hasta estructuras de fenómenos concretos en sistemas altamente complejos como, por ejemplo, la teoría del quantum en la física moderna o en la ciencia incipiente de los macrodatos (Leonelli 2019). En este sentido la concepción semántica de las teorías sigue teniendo un lugar privilegiado dentro de las alternativas vigentes para el

análisis de las ciencias, no sin algunos obstáculos que resolver. De su idoneidad hablan por sí solas las reconstrucciones teóricas de distintas teorías científicas con base en las herramientas modelo-teóricas, por nombrar algunas: la genética molecular, la genética clásica o mendeliana (Balzer & Lorenzano 2000), la teoría termodinámica de Rudolf J. Clausius (Moulines 2012), la bioquímica (Lorenzano 2002), la teoría de los radicales libres (O’Lery 2012), la teoría humoral de la inmunología (Lorenzano 2012a), la teoría del origen común (Blanco 2012), la teoría de la selección natural (Ginnobili 2012), la teoría de las artes visuales (Lorenzano 2012b), entre otras.

TRABAJOS CITADOS

- Anderson, Chris. “The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete”. *Wired* 23 jun. 2000. <<https://www.wired.com/2008/06/pb-theory/>>
- Austin, John. *Cómo hacer cosas con palabras*. Barcelona: Paidós, 1982.
- Balzer, Wolfgang, Carlos Moulines y Joseph Sneed. *An Architectonic for Science*. Dordrecht: Reidel, 1987. <<https://www.doi.org/10.1007/978-94-009-3765-9>>
- Balzer, Wolfgang y Pablo Lorenzano. “The Logical Structure of Classical Genetics”. *Journal of General Philosophy of Science* 31 (2000): 243-266. <<https://doi.org/10.1023/A:1026544916567>>
- Blanco, Daniel. “Primera aproximación estructuralista a la teoría del origen común”. *Ágora: Papeles de Filosofía* 31.2 (2012): 171-194. <<https://revistas.usc.gal/index.php/agora/article/view/1058>>
- Carnap, Rudolf. “El carácter metodológico de los conceptos teóricos”. *Estructura y desarrollo de las teorías científicas*. Ed. José Luis Rolleri. México: Instituto de Investigaciones Filosóficas-UNAM, 1986. 69-112.
- Cohen, Morris y Ernest Nagel. *Introducción a la lógica y el método científico 2. Lógica aplicada y método científico*. Trad. Néstor A. Míguez. Buenos Aires: Amorrortu, 1990.

- Cunningham, Thomas. "To Save the Semantic View: An Argument for Returning to Suppes's Interpretation". *Unspecified* 2008. <<http://philsci-archive-dev.library.pitt.edu/4429/>>
- Da Costa, Newton C.A. y Steven French. *Science and Partial Truth. A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- Downes, Stephen. "The Importance of Models in Theorizing: A Deflationary Semantic View". *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* 1.1 (1992): 142-153. <<https://www.jstor.org/stable/192750>>
- Falguera, José L. "El enredo de los modelos en los análisis de las ciencias factuales". *Ágora: Papeles de Filosofía* 12.2 (1993): 171-178. <<http://hdl.handle.net/10347/1045>>
- French, Steven y James Ladyman. "Reinflating the Semantic Approach". *International Studies in the Philosophy of Science* 13.2 (1999): 103-121. <<https://doi.org/10.1080/02698599908573612>>
- Friedman, Michael. "Review Work: The Scientific Image by Bas van Fraassen". *The Journal of Philosophy* 79.5 (1982): 274-283. <<https://doi.org/10.2307/2026063>>
- Frigg, Roman. "Scientific Representation and the Semantic View of Theoria". *Theoria* 55.1 (2006): 49-65. <<https://doi.org/10.1387/theoria.553>>
- Frigg, Roman y James Nguyen. "Scientific Representation". *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* 30 my. 2020. <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/scientific-representation/>>
- Giere, Ronald. "How Models Are Used to Represent Reality". *Philosophy of Science* 71.5 (2004): 742-752. <<https://www.jstor.org/stable/10.1086/425063>>
- Ginnobili, Santiago. "Reconstrucción estructuralista de la teoría de la selección natural". *Ágora: Papeles de Filosofía* 31.2 (2012): 143-169. <<https://revistas.usc.gal/index.php/agora/article/view/1055>>
- González, Wenceslao. "On Representation and Models in *Bas van Fraassen's Approach*". *Bas van Fraassen's Approach to Representation and Models in Science*. Ed. Wenceslao González. Dordrecht: Springer, 2014. 3-38. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7838-2_1>

- Hempel, Carl. "The Meaning of Theoretical Terms: A Critique of the Standard Empiricist Construal". *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics* 74.1 (1973): 367-378. <[https://doi.org/10.1016/S0049-237X\(09\)70372-6](https://doi.org/10.1016/S0049-237X(09)70372-6)>
- _____. "On the 'Standard Conception' of Scientific Theories". *The Philosophy of Carl G. Hempel. Studies in Science, Explanation and Rationality*. Ed. James H. Fetzer. New York: Oxford University Press, 2001. 218-236.
- Krause, Décio y Jonas Becker. "Logical Reflections on the Semantic Approach". *Conceptual Clarifications. Tributes to Patrick Suppes (1922-2014)*. Eds. Jean-Yves Beziau et ál. London: King's College Publications, 2015. 31-62.
- Kukla, André. *Studies in Scientific Realism*. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- Lakatos, Imre y Alan Musgrave (eds.). *Criticism and the Growth of Knowledge. Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science*. London: Cambridge University Press, 1970.
- Leonelli, Sabina. "Philosophy of Biology: The Challenges of Big Data Biology". *eLife* 8.1 (2019). <<https://doi.org/10.7554/eLife.47381>>
- Lorenzano, César. "Una reconstrucción estructural de la bioquímica". *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*. Eds. José A. Díez y Pablo Lorenzano. México: Universidad Nacional de Quilmes, 2002. 209-230.
- _____. "Estructura y génesis de la teoría humoral de la inmunología". *Ágora: Papeles de Filosofía* 31.2 (2012a): 195-224. <<https://revistas.usc.gal/index.php/agora/article/view/1059>>
- _____. "Una estructura para las artes visuales". *Stoa. Revista del Instituto de Filosofía* 3.5 (2012b): 223-248. <<https://doi.org/10.25009/s.2012.5.472>>
- Mazzocchi, Fulvio. "Could Big Data Be the End of Theory in Science? A Few Remarks on the Epistemology of Data-Driven Science". *Embo Reports* 16.10 (2015). Web 20 sept. 2020. <<https://doi.org/10.15252/embr.201541001>>
- Mosterín, Jesús. "La polémica entre Frege y Hilbert acerca del método axiomático". *Conceptos y teorías en las ciencias*. Madrid: Alianza, 1984. 171-192. <<https://www.jstor.org/stable/43046055>>
- Moulines, Carlos U. "Introduction: Structuralism as a Program for Modelling Theoretical Science". *Synthese* 13.1 (2002): 1-11. <<https://doi.org/10.1023/A:1013892808077>>

- _____. “Reconstrucción estructuralista de las teorías termodinámicas de Rudolf J. Clausius”. *Stoa. Revista del Instituto de Filosofía* 3.5 (2012): 109-136. <<https://doi.org/10.25009/s.2012.5.433>>
- Muller, F. A. “Reflections on the Revolution at Stanford”. *Synthese* 183.1 (2011): 87-114. <<https://www.jstor.org/stable/41477651>>
- O’Lery, María. “Análisis estructuralista de la teoría de radicales libres y su vínculo con la bioquímica de óxido-reducción”. *Ágora: Papeles de Filosofía* 31.2 (2012): 251-270. <<https://revistas.usc.gal/index.php/agora/article/view/1061>>
- Peris Viñé, Luis (ed.). *Filosofía de la ciencia en Iberoamérica: metateoría estructural*. Barcelona: Tecnos, 2012.
- Popper, Karl. *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*. Trad. Néstor Míguez. Barcelona: Paidós, 1991.
- _____. *Conocimiento objetivo. Un enfoque evolucionista*. Trad. Carlos Solís Santos. Madrid: Tecnos, 2001.
- _____. “Who Killed Logical Positivism?”. *Unended Quest. An Intellectual Autobiography*. London: Routledge, 2005. 98-100.
- Putnam, Hilary. “La imbricación entre hecho y valor”. *El desplome de la dicotomía hecho-valor y otros ensayos*. Trad. Francesc Forn i Argimon. Barcelona: Paidós, 2004. 43-62.
- Quine, W. V. O. “Dos dogmas del empirismo, 2002”. *Desde un punto de vista lógico*. Trad. Manuel Sacristán. Barcelona: Paidós, 2002. 61-91.
- Reutlinger, Alexander, Dominique Hangleiter y Stephan Hartmann. “Understanding (with) Toy Models”. *The British Journal for the Philosophy of Science* 69.4 (2018): 1069-1099. <<https://doi.org/10.1093/bjps/axx005>>
- Stegmüller, Wolfgang. “Dinámica de teorías y comprensión lógica”. *Teorema: Revista Internacional de Filosofía* 4.4 (1974): 513-553. <<https://www.jstor.org/stable/43047255>>
- _____. “El nuevo criterio de teoriedad de Sneed”. *Estructura y dinámica de teorías. Segundo tomo de Teoría y experiencia*. Trad. Miguel Angel Quintanilla. Barcelona: Ariel, 1983. 69-90.

- Sneed, Joseph D. *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1979.
- Suárez, Mauricio. “Scientific Representation: Against Similarity and Isomorphism”. *International Studies in the Philosophy of Science* 17.3 (2003): 225-244. <<https://doi.org/10.1080/0269859032000169442>>
- Suárez, Mauricio y Francesco Pero. “The Representational Semantic Conception”. *Philosophy of Science* 86.2 (2019): 344-365. <<https://doi.org/10.1086/702029>>
- Suárez, Mauricio y Nancy Cartwright. “Theories: Tool versus Models”. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 39.1 (2008): 62-81. <<https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2007.05.004>>
- Suppes, Patrick. “Models of Data”. *Logic, Methodology, and Philosophy of Science: Proceedings of the 1960 International Congress*. Eds. Ernest Nagel, et ál. Stanford: Stanford University Press, 1962. 252-261.
- _____. *Estudios de filosofía y metodología de la ciencia*. Comp. José Luis Rolleri. Madrid: Alianza, 1988.
- Suppe, Frederick. *La estructura de las teorías científicas*. Trad. Pilar Castrillo y Eloy Rada. Madrid: Editora Nacional, 1979.
- van Fraassen, Bas. “The Semantic Approach to Scientific Theories”. *The Process of Science. Contemporary Philosophical Approach to Understanding Scientific Practice*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987. 105-124.
- _____. *Laws and Symmetry*. Oxford: Clarendon Press, 1989.
- _____. *La imagen científica*. Trad. Sergio Martínez. México: Paidós, 1996.
- _____. *Bas van Fraassen: The Semantic Approach to Science, After 50 Years*. YouTube Canal: Rotman Institute of Philosophy. 11 abr. 2014. Web. 6 en. 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=6oM7-Wa_tAs>
- Winther, Rasmus. “The Structure of Scientific Theories”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. 5 mzo. 2015. Web 30 my. 2020. <<http://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/structure-scientific-theories/>>