

**¿PUEDEN SER LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS
PORTADORAS DE VERDAD?**

UN ACERCAMIENTO AL PROBLEMA DE LA VERDAD EN LAS TEORÍAS
CIENTÍFICAS, A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA CONCEPCIÓN HEREDADA Y DE
LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA EN BAS C. VAN FRAASSEN Y RONALD GIERE

JAIRO ISAAC RACINES CORREA

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
MAESTRÍA EN FILOSOFÍA
SANTIAGO DE CALI**

2013

**¿PUEDEN SER LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS
PORTADORAS DE VERDAD?**

UN ACERCAMIENTO AL PROBLEMA DE LA VERDAD EN LAS TEORÍAS
CIENTÍFICAS, A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA CONCEPCIÓN HEREDADA Y DE
LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA EN BAS C. VAN FRAASSEN Y RONALD GIERE

JAIRO ISAAC RACINES CORREA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Maestría en
Filosofía**

**Director:
GERMÁN GUERRERO PINO**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
MAESTRÍA EN FILOSOFÍA
SANTIAGO DE CALI**

2013

Gracias a Dios.

A
Lina Marcela Sánchez, Sofía Racines y mi nueva bendición;
Quienes me han inspirado y acompañado.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN,	5
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN,	6
Capítulo 2. LA CONCEPCIÓN HEREDADA DE LAS TEORÍAS,	13
2.1 Lógica de la construcción de teorías,	13
2.2 Individuación de las teorías empíricas,	21
Capítulo 3. LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA DE LA VERDAD,	29
3.1 La Concepción semántica de la verdad,	29
Capítulo 4. LA VERDAD EN LA CONCEPCIÓN HEREDADA DE LAS TEORÍAS, ...	36
4.1 Instrumentalismo ontológico,	38
4.2 Instrumentalismo semántico,	43
4.3 La propuesta popperiana de la verosimilitud y sus problemas,	49
4.4 Intermisión: realismo semántico e instrumentalismo ontológico,	52
4.5 ¿Qué está mal en la Concepción Heredada de las teorías?,	54
Capítulo 5. LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA DE LAS TEORÍAS,	58
5.1 Sintaxis y semántica,	59
5.2 Individuación estándar de las teorías en el Enfoque Semántico,	61
5.3 Contraste entre la aproximación sintáctica de la Concepción Heredada y la aproximación semántica de la Concepción Semántica,	76
Capítulo 6. REPRESENTACIÓN Y VERDAD: UN ACERCAMIENTO A LAS POSTURAS DE BAS C. VAN FRAASSEN Y R. GIERE,	82
6.1 De la verdad a la adecuación empírica,	82
6.2 De la verdad a una concepción intencional de la representación,	92
6.3 Conclusiones generales,	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS,	105

¿PUEDEN SER LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS PORTADORAS DE VERDAD?

Un acercamiento al problema de la verdad en las teorías científicas, a través del análisis de la Concepción Heredada y de la concepción semántica en Bas C. van Fraassen y Ronald Giere.

Jairo Isaac Racines Correa

RESUMEN

Palabras Clave: modelos, verdad, hipótesis, Concepción Heredada, Concepción Semántica.

La presente investigación tiene como tema de análisis la pregunta “¿Pueden ser las teorías científicas portadoras de verdad?”, analiza el lugar de la verdad en las dos concepciones más influyentes respecto de la identidad de las teorías, a saber: la Concepción Heredada, desarrollada por el positivismo lógico y sus inmediatos seguidores; y la Concepción Semántica de las teorías, a la luz de la interpretación de Bas C. van Fraassen y Ronald Giere.

En el desarrollo de la propuesta de la Concepción Heredada, presentamos múltiples interpretaciones realistas e instrumentalistas posibles respecto al tema de la verdad, y exponemos una particular posición, según la cual, pueden encontrarse múltiples interpretaciones respecto de la polémica realismo/instrumentalismo, dependiendo de que se acepte o no, y en qué medida se acepte, una interpretación literal de los distintos términos que figuran en los enunciados que componen una teoría.

Respecto del análisis de la Concepción Semántica, privilegiamos las propuestas de Bas. C. van Fraassen y Ronald Giere, y concluimos que de acuerdo con éstos, al analizar el contenido de verdad de una teoría debemos examinar las hipótesis teóricas; en otros términos, *el medio por el que se identifican* los modelos teóricos con los sistemas reales. Además, reconociendo la existencia tanto de la idealización como de las actitudes doxásticas en la ciencia, planteamos que es necesario repensar el cómo pensamos la verdad, cuando menos en lo que refiere a la actividad científica. Es pertinente advertir que en varias partes del escrito, se realizan contrastaciones entre la Concepción Heredada y la Concepción Semántica, en las que se plantean razones para preferir este último enfoque.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como tema de análisis la pregunta “¿Pueden ser las teorías científicas portadoras de verdad?”, cuestionamiento que examina las teorías científico-empíricas y su relación con la verdad. Nos concentramos en las dos concepciones más influyentes respecto de la identidad de las teorías, a saber, la Concepción Heredada, desarrollada por el positivismo lógico y sus inmediatos seguidores; y la Concepción Semántica de las teorías.

Aunque es evidente que el asunto de la verdad está relacionado con lo que dice una teoría, su contenido, a través de este escrito procuramos mostrar algo que de igual modo nos parece evidente, a saber, que el asunto de la verdad en las teorías está relacionado con el cómo dice una teoría lo que dice, es decir, con sus aspectos estructurales. De modo que, aun cuando el asunto de la verdad o el contenido de una teoría, podríamos decir, es el foco de mayor interés en la filosofía de la ciencia -tanto que es el mayor propulsor de las distintas polémicas en torno al realismo y antirrealismo-, sostenemos que las consideraciones respecto a éste presuponen responder cuáles son los elementos principales que conforman su estructura, es decir, es necesario tener claridad sobre la naturaleza de las teorías, saber qué tipo de entidad son, a fin de entender cómo proporcionan su contenido empírico y saber si puede o no ser calificado como verdadero. Así que, aunque el asunto de la verdad, en tanto implica el contenido de las teorías, envuelve más elementos que el de la mera identidad de las teorías científicas, mantenemos que también depende de éste.

Esta creencia, que nos parece evidente pero no por ello debe dejarse de lado, no sólo la procuramos argumentar en este trabajo, sino también mostrar a partir del modo en el que se aborda la pregunta. Precisemos este aspecto. El presente trabajo analiza las dos concepciones más influyentes respecto de la identidad de las teorías: la Concepción Heredada y la Concepción Semántica. Metodológicamente, respecto a la primera, se inicia por la presentación de los elementos que participan en la individuación de una teoría, luego se procede a analizar cómo ésta podría relacionarse con la verdad y finalmente las distintas interpretaciones que surgen ante dicho calificativo. Respecto a la segunda, también se inicia por exhibir los elementos que participan en la individuación de una teoría, y luego se examinan las interpretaciones de van Fraassen y Ronald Giere, respecto al tema de la

representación y la verdad, procurando no sólo analizar su postura sino el lugar mismo que le corresponde a la verdad en esta concepción. Este proceder da fe de nuestra obvia creencia, en tanto que partimos del análisis estructural para proceder a inspeccionar la relación teoría-verdad.

Es necesario advertir, respecto al análisis de la Concepción Semántica que, aun a riesgo de ser reduccionista, se ha concentrado exclusivamente sobre las concepciones de Bas van Fraassen y de Ronald Giere. Hay dos razones para esta exclusión, una de extensión y otra de preferencias. Respecto a la primera, la razón para excluir puede revelarse a partir de las palabras de Diez y Moulines respecto de la Concepción Semántica de las teorías, “no se trata de una única concepción sino de una familia de ellas que comparten algunos elementos generales relativamente unitarios en comparación con las caracterizaciones de la Concepción Heredada” (Cf., 1997, p. 327). No sólo es posible distinguir distintas líneas de desarrollo en esta Concepción; la de Suppes, su pionero en los años cincuenta y su escuela de Stanford; van Fraassen, Giere y Suppe en EEUU; Dalla Chiara y Toraldo di Francia en Italia; Przelecki y Wójcicki en Polonia; y la concepción estructuralista de las teorías, iniciada en EEUU por Sneed y desarrollada en Europa, principalmente, por Stegmüller, Moulines y Balzer; sino que además hay diferencias notorias que versan sobre la estructura misma de las teorías entre estas líneas de desarrollo. Quizás la más distinguida sea la que hay entre los estructuralistas, por un lado, y van Fraassen y Giere, por el otro. Mientras los primeros plantean en la estructura simple de una teoría los modelos teóricos y los modelos de datos, los segundos plantean los modelos teóricos y las hipótesis empíricas. La situación, es que una exposición general de estas líneas de desarrollo y sus diferencias va más allá de las intenciones y capacidades de este texto. Desde luego, esto puede ser una explicación respecto del porqué sólo tomar un enfoque entre una multitud, pero no del porqué ese enfoque. De modo que, a lo dicho deben sumarse también las preferencias que el autor de este trabajo tiene. De otra forma, quedaría abierta la pregunta por qué excluir *x* en lugar de *y*. Sin embargo, es una deuda grande de este trabajo excluir a la Concepción estructuralista de su análisis cuando se está examinando el predicado “verdad” para las teorías científicas, pues esta línea de desarrollo no admite que este predicado sea aplicable a las teorías científicas, algo que es resultado estrictamente de los elementos que plantean como participantes en la individuación de las mismas. Pero en lugar de precisar a modo de lista,

las múltiples deudas y exclusiones de este trabajo, permítanme realizarlo a medida que presento el contenido del mismo, y preciso, aun a riesgo de parecer pedante, algunas virtudes que encuentro en éste. En especial aquellas que van más allá de la mera respuesta de si las teorías pueden o no ser portadoras de verdad en los enfoques en cuestión, y procuran realizar un contraste entre los mismos. Dicha confrontación se propone, procurando exhibir las bondades que presenta la Concepción Semántica frente a la Concepción Heredada.

Pasemos reparto en torno a los acápites que constituyen este escrito. Aunque se compone de cinco capítulos (excluyendo éste, la introducción), se estructura alrededor de dos grandes temas. El que examina desde la imagen proporcionada por la Concepción Heredada de las teorías científicas, los múltiples inconvenientes que figuran en ésta para apelar al calificativo “verdad”, como un predicado válido para la relación representacional que tienen las teorías con el mundo. El que realiza el examen a partir de la imagen de teoría científica desarrollada por la Concepción Semántica.

En el capítulo dos, titulado *La Concepción Heredada de las Teorías*, se realiza una exposición de la estructura de las teorías científicas tal como se propuso por el enfoque en cuestión. Llegando a las conclusiones: 1) la Concepción Heredada propone un modelo de dos niveles que permea tanto al desarrollo, al lenguaje, a las leyes y al conocimiento científico; 2) las teorías son consideradas cálculos específicos que incorpora nociones semánticas; y 3) en general una teoría es un conjunto de enunciados. No obstante, quiero señalar que las dos partes que componen este capítulo, *2.1 Lógica de la construcción de teorías* y *2.2 Individuación de las teorías empíricas*, desarrollan conjuntamente una forma poco común de exponer la Concepción Heredada que, a juicio de su autor, permite comprender claramente las consideraciones que llevan a la configuración de éste enfoque. Se inicia por presentar las consideraciones respecto a la lógica de construcción de teorías y, posteriormente, los elementos que participan en la individuación de las teorías. La mayoría de exposiciones sólo abordan el segundo punto.

El capítulo tres se realiza una presentación de la *Concepción semántica de la verdad* desarrollada por el lógico, matemático y filósofo polaco Alfred Tarski. Aquí también debo ofrecer excusas por ser altamente reduccionista. A lo largo de este escrito se alude tan sólo

a la concepción de la verdad por correspondencia dejando por fuera otras concepciones respecto a la verdad, tales como la concepción coherentista y la pragmatista. En especial la primera de estas dos merece cuando menos este señalamiento, puesto que Carnap, el principal representante de la Concepción Heredada, fue conmovido por las ideas de Neurath para sostener dicha concepción. Respecto a la Concepción semántica de la verdad, el porqué dedicarle un capítulo tiene una doble justificación. Primero, la necesidad de precisar algunos conceptos necesarios para la lectura de este texto, tales como “modelo” y “satisfacción”, entre otros. Segundo, y manifestado en el capítulo mismo, considero que el positivismo envuelve una noción de verdad por correspondencia.

Los múltiples inconvenientes que figuran en la Concepción Heredada para apelar al calificativo “verdad”, como un predicado válido para las teorías, son expuestos en el capítulo cuatro, *La verdad en la Concepción Heredada de las teorías*. Se inicia en el *apartado introductorio*, presentando una aplicación de las nociones desarrolladas en el capítulo dos, respecto a la concepción semántica de la verdad, para el tema de las teorías científicas. En el mismo, se define la importante noción de “verdad empírica”, distinta a la verdad semántica en tanto es un calificativo que corresponde al mundo real, cuando éste es uno de los mundos posibles que satisface el conjunto de enunciados que componen una teoría. Es decir, si el mundo satisface la teoría, además de ser un caso de verdad semántica, es el caso de verdad empírica. También se plantea que una interpretación literal tanto de los enunciados teóricos como de los observables, evoca tanto a un realismo ontológico como a uno semántico.

El punto 4.1 *Instrumentalismo ontológico*, examina la posibilidad de una interpretación instrumentalista ontológica para la Concepción Heredada de las teorías, y postula que ésta se funda en una propuesta de adecuación, según la cual, sólo los enunciados observacionales de las teorías son susceptibles de ser calificados como verdaderos o falsos y de una interpretación literal. Los enunciados teóricos no deben interpretarse literalmente, pues son herramientas para la predicción de fenómenos observables.

La sección 4.2 *Instrumentalismo semántico*, detalla cómo el problema de la inducción lleva a sostener un realismo ontológico junto con un instrumentalismo semántico en la Concepción Heredada. La interpretación analizada en esta sección es la de Moritz Schlick,

que se funda en una interpretación no literal de los enunciados universales de la ciencia. Esta posición se contrapone con la propuesta falsacionista de Popper, que exige una interpretación literal de los enunciados de la ciencia pero a la vez niega la posibilidad de predicar de ellos su verdad, y postula la misma más como una patrón regulador de la actividad científica. El rechazo popperiano al predicado “verdad”, como un calificativo viable para las teorías científicas, nos lleva a analizar en el punto 4.3 *La propuesta popperiana de la verosimilitud y sus problemas*, el sentido de la propuesta de la verosimilitud junto con los problemas que presenta.

El acápite 4.4 *Intermisión: realismo semántico e instrumentalismo ontológico*, procura sellar las posibles interpretaciones que pueden darse en la Concepción Heredada respecto del debate instrumentalismo/realismo en las teorías científicas. En éste se expone la *Concepción descriptivista de las teorías*, que se fundamenta en una interpretación no literal de los enunciados teóricos de las teorías. Sin embargo, su importancia se encuentra en ser el cierre de una tesis que se sostiene al interior de éstos primeros apartados -una de las virtudes que encuentro en este trabajo-, según la cual, son posibles las siguientes interpretaciones en la Concepción Heredada: 1) *Realismo semántico y ontológico*; 2) *Realismo semántico e instrumentalismo ontológico*; 3) *Instrumentalismo semántico y realismo ontológico*. Siempre y cuando, en los dos últimos no se admita una interpretación literal. Respecto de la posición *Instrumentalismo ontológico y semántico* no se analizó.

La última sección del primer gran tema de este trabajo se titula 4.5 *¿Qué está mal en la Concepción Heredada de las teorías?*, en él se puntualizan dos defectos de la Concepción Heredada. Vale advertir otra virtud que encuentro en este trabajo. Estudiados conjuntamente, el primer capítulo y este apartado, pueden leerse como un ensayo aislado en el que se presentan algunas críticas a la Concepción Heredada de las teorías.

El capítulo cinco *Concepción Semántica de las teorías*, inicia el segundo gran tema de este trabajo, en el que se examina desde la imagen de las teorías empíricas desarrollada por la Concepción Semántica la posibilidad de que las teorías sean portadoras de verdad. En este capítulo se realiza una exposición de la estructura de las teorías científicas, tal como se propone por el enfoque en cuestión. En su desarrollo, la sección 5.1 *Sintaxis y semántica*, analiza los términos “sintaxis” y “semántica”, procurando aclarar el desinterés de la

Concepción Semántica respecto de los problemas atinentes sólo a las preocupaciones lingüísticas.

El apartado 5.2 *Individuación estándar de las teorías en el Enfoque Semántico*, desarrolla la idea de que en su esquema simple presentar una teoría es: 1) determinar una población de estructuras, denominadas *modelos* y, 2) una o más *hipótesis* que especifican ciertos modelos como candidatos para *representar* sistemas reales. En el desarrollo de este apartado, se realiza un esclarecimiento amplio de las nociones de modelo teórico e hipótesis teórica, precisando: 1) qué tipo de entidad es cada una; 2) cuál es su función; y 3) cuál es su forma. Se concluye respecto al primero que es: una entidad abstracta, que tiene por función representar y tiene la forma de una estructura relacional. Respecto de la segunda, que es una entidad proposicional, que tiene por función identificar el modelo teórico con aquello de lo que es modelo y tiene una forma tal que mencionan tanto el modelo teórico como el sistema real, precisando la relación representacional que se sostiene del primero para con el segundo.

La sección 5.3 *Contraste entre la aproximación sintáctica de la Concepción Heredada y la aproximación semántica de la Concepción Semántica*, como su nombre lo indica, realiza una contrastación en torno a algunas diferencias que pueden encontrarse en los dos enfoques analizados, el de la Concepción Semántica y el de la Concepción Heredada. La comparación va dirigida en dos sentidos: 1) en torno a diferencias entre las interpretaciones, y 2) respecto a ciertas ventajas que puede encontrarse en la Concepción Semántica. De nuevo, debo precisar una bondad más que encuentro en este trabajo. Estudiados conjuntamente, el primero y cuarto capítulo pueden leerse como un ensayo aislado en el que se realiza una comparación entre los enfoques en cuestión a partir de sus diferencias y las ventajas de la interpretación del enfoque semántico sobre la de la Concepción Heredada. Debo confesar que la constante confrontación que se propone entre estas dos concepciones, se debe a un intento de divulgar las ventajas que la Concepción Semántica presenta frente a la pregunta por la identidad y función de las teorías empíricas.

Finalmente el sexto capítulo, *Representación y verdad, un acercamiento a las posturas de Bas C. van Fraassen y R. Giere*. Analiza la posición de los autores que venimos abordando en nuestra exposición de los aspectos básicos de la Concepción Semántica, a partir del

examen de la relación representacional que plantean entre los modelos y el mundo, y su posición respecto de que las teorías sean portadoras de verdad. Se finaliza con una serie de conclusiones generales en torno al tema de la verdad en las teorías empíricas: 1) al analizar el contenido de verdad de una teoría debemos examinar las hipótesis teóricas; 2) no es posible sostener una interpretación literal respecto a lo que dicen las teorías; 3) la idealización y las actitudes doxásticas de los científicos son fenómenos innegables en la práctica científica, de modo que necesitamos repensar el cómo pensamos la verdad.

Las deudas que encuentro en este escrito son muchas, pues los puntos sobre los que versa son realmente pocos si se examina la cantidad de pensadores que de una u otra forma confrontan la pregunta que nos planteamos. Caso puntual, es la omisión que hacemos de las tesis de la inconmensurabilidad de las teorías de Kuhn. Sin embargo, hemos preferido, y es en esos términos que debe leerse esta obra, en lugar de acabar o decir todo en torno de un discurso, simplemente acercarnos a analizarlo.

Capítulo 2. LA CONCEPCIÓN HEREDADA DE LAS TEORÍAS

El enfoque axiomático o sintáctico de las teorías, más conocido como *Concepción Heredada* -a partir del artículo de Putnam en 1962-, es la caracterización más elaborada, y una de las más influyentes, que se ha dado respecto de lo que es una teoría científica. Desarrollado a partir de la década de los años veinte del siglo anterior¹, principalmente por el positivismo lógico, dominó el análisis de las teorías en la filosofía de la ciencia durante las siete primeras décadas del siglo pasado, y persiste todavía hoy entre muchos filósofos y hombres de ciencia.

Actualmente se cuenta con una caracterización estándar de este enfoque, que tiene gran aceptación en la filosofía de la ciencia. En la que se plantean las teorías científico-empíricas como *cálculos formales* o *sistemas formales* axiomáticos parcialmente interpretados mediante reglas de correspondencia, que relacionan términos teóricos con términos observacionales. En este apartado procuro realizar una exposición de la estructura de las teorías científicas, tal como se propuso por el enfoque en cuestión. Para ello, se comenzará por presentar sus consideraciones respecto a la lógica de construcción de teorías; y posteriormente, los elementos que participan en la individuación de éstas.

2.1 Lógica de la construcción de teorías

Frecuentemente a la Concepción Heredada también se le interpreta como una caracterización en torno al modo en que la ciencia se desarrolla. Sobre todo, porque distintas exposiciones de los defensores de esta propuesta, vienen acompañadas de comentarios en torno a este asunto². En lo que sigue, se expondrá cómo, según la caracterización de la Concepción Heredada, la investigación científica avanza de meras generalizaciones empíricas, formuladas en términos observables, a la construcción de teorías, que introducen términos teóricos y un amplio poder predictivo.

¹ Siguiendo a Suppe (1974, p. 28), la primera versión publicada de esta concepción se localiza en Rudolf Carnap (1923, *Über die Aufgabe der Physik und die Anwendung des Grundsatzes der Einfachheit*. Kan-Studien, 28, p. 90-107).

² Cf. Carnap (1966); p. 304; Hempel (1958); p. 151-152; entre otros.

La idea rectora tras esta caracterización del desarrollo científico, plantea dos etapas: una, en que la sistematización de ciertas regularidades conduce a la postulación de *leyes empíricas*; y otra, donde tras la procura de explicar las primeras se construyen *leyes teóricas*. El siguiente es un pasaje típico de las tesis de la Concepción Heredada, en el que Carl Hempel sostiene estas fases y presenta algunas consideraciones sobre los contextos de construcción de estos tipos de leyes

Las teorías se introducen normalmente cuando estudios anteriormente realizados de una clase de fenómenos han revelado un sistema de uniformidades que se pueden expresar en forma de leyes empíricas. Las teorías intentan, por tanto, explicar estas regularidades y, generalmente, proporcionar una comprensión más exacta y profunda de los fenómenos en cuestión. A este fin, una teoría interpreta estos fenómenos como manifestaciones de entidades y procesos que están detrás o por debajo de ellos, por decirlo así. (1966, p. 107)

La diferencia entre estos tipos de leyes científicas, se fundamentó -para la Concepción Heredada-, en lo considerado *observable*. Fácilmente pueden encontrarse, entre los promotores de esta concepción, citas en las que esto se sostiene.

...la distinción entre leyes experimentales y teorías se basa en la afirmación de que las leyes agrupadas bajo el primero de esos rótulos, a diferencia de las leyes que caen bajo el segundo de ellos, formulan relaciones entre características observables (o experimentalmente determinables) de algún objeto de estudio. (Nagel, 1961, p. 85).

Estos dos tipos de leyes se consideraron como resultado de metodologías distintas en la investigación, principalmente porque las leyes teóricas incluyen términos y enunciados que no refieren a algo observable. Analicemos primero cómo, *en principio*, según la Concepción Heredada se llegan a las leyes empíricas, también denominadas por esta tradición ‘generalizaciones empíricas’.

Las leyes empíricas, en mi terminología, son las que contienen términos directamente observables por los sentidos o medibles mediante técnicas relativamente simples. A veces, estas leyes reciben el nombre de generalizaciones empíricas, para recordar que se las obtiene mediante la generalización de los resultados de las observaciones y mediciones. (Carnap, 1966, p. 301).

La designación “generalización empírica”, es bastante oportuna para presentar los planteamientos sostenidos respecto de la elaboración de las leyes de primer nivel. Pues, tal como la expresión lo sugiere, se creyó en un proceder fundado en la experiencia en el que se realiza una extensión de la misma. A la luz de esta concepción, la ciencia comienza con observaciones directas de hechos aislados registrables mediante enunciados singulares, es decir, enunciados que refieren un determinado acontecimiento o estado de cosas en un determinado lugar y tiempo, y pasa a enunciados de característica general que pretenden comprender dichos sucesos. En tanto enunciados de carácter más general, la leyes empíricas, en *principio*, se proponen y afirman como generalizaciones inductivas fundamentadas en las relaciones que se cumplen en los datos observados. Así, generalizaciones como “En el agua las piedras se hunden”, “Los objetos de hierro se dilatan cuando se los calienta”, “Donde hay luz hay calor”, son consideradas, bajo el lente de este enfoque, el resultado de una transición de enunciados singulares que refieren hechos particulares, ubicados espacio temporalmente, a enunciados de característica general, que refieren acontecimientos de un determinado tipo en todo lugar y tiempo, de modo que no son ubicables espacio-temporalmente. En suma, se consideró que de un conjunto de enunciados $O_1, O_2, O_3, \dots O_n$ que registran distintos experimentos, p. ej., que $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ barras de hierro se dilatan al ser puestas en el calor; se realiza una generalización empírica, p. ej., “Todos los metales se dilatan al ser puesto en calor”, en la que pretendiendo extraer algo común de los eventos observados se postula una regularidad general que comprende los primeros. Las siguientes palabras de Carnap, expresan muy bien la idea que desarrollamos:

¿Cómo llega un físico a una ley empírica? Observa ciertos sucesos de la naturaleza. Toma nota de una cierta regularidad. Describe esta regularidad haciendo una generalización inductiva. (*Ibíd*, p. 303).

La característica distintiva dada a las generalizaciones de esta primera etapa, es que expresan regularidades entre observables. Es conveniente realizar una aclaración. En algunos círculos académicos y en unos cuantos escritos, que recogen la distinción entre estos dos tipos de leyes, se emplea, para hablar de las generalizaciones empíricas, la desatinada expresión “leyes observables”, como si en el enfoque en cuestión, una ley fuera

considerada algo que tiene la capacidad de ser observado. Pero, aunque las leyes de esta primera etapa refieran observables, no son observables. Si el sufijo “able”, hace referencia a la capacidad que tiene un objeto en cuestión de ser observado, las regularidades, en tanto generalidades, no tienen esta capacidad. Esto fue claramente advertido por los promotores de la Concepción Heredada. P. ej., Carnap, insistió continuamente en la diferencia que debe guardarse entre los hechos y las leyes. Hablando sobre la palabra “hecho” expresa:

Yo restrinjo la aplicación del vocablo a hechos particulares y concretos que pueden ser especificados espaciotemporalmente; por ejemplo, no a la dilatación térmica en general, sino a la dilatación de esta barra de hierro observada esta mañana a las diez en punto, cuando se la calentó. (*Ibíd*, p. 305)

Y respecto a la observación de las regularidades manifiesta

Una regularidad no es directamente observable, por cierto. Las regularidades se descubren solamente cuando se comparan muchas observaciones. Estas regularidades se expresan mediante enunciados llamados “leyes”. (*Ibíd*, p. 17)

En la Concepción Heredada, “observable” es un término que se encuentra ligado a la referencia de los términos descriptivos, también -y más frecuentemente- denominados constantes descriptivas. En los sistemas lógicos, se reconocen como términos descriptivos, aquellos que refieren objetos, propiedades de objetos, relaciones de objetos, etc. Así, en una sentencia singular como “el libro cayó de la mesa”, los términos descriptivos son “libro”, “mesa” y la relación “cayó”. En una sentencia universal como “En el agua las piedras se hunden”, los términos descriptivos son “agua”, “piedra” y la relación “hunden”, no el artículo “el” que plantea una referencia a todo un género en cuestión, y por tanto a algo que no puede referirse ostensivamente. Tenemos además, que como los términos descriptivos empleados tienen como referentes objetos o relaciones entre objetos que pueden observarse, son consideradas sentencias empíricas.

Como lo planteado como observable, en las denominadas leyes empíricas, se centra en la referencia de los términos descriptivos, se consideró que, la contrastación experimental de las leyes también se concentra en éstos. Respecto a esto, es necesario precisar, que lo considerado observable tiene una extensión más amplia que la mera referencia a

propiedades directamente perceptibles a través de los sentidos, vincula también términos *medibles mediante técnicas relativamente simples* (Cf. Carnap, *Ibíd*, p. 301). Conceptos como “presión” son vinculados a las generalizaciones empíricas, y se justifica su inserción en esta etapa por la posibilidad de medirlos directamente mediante instrumentos³. P. ej., la ley de Boyle que plantea que el volumen de un gas es inversamente proporcional a su presión, es considerada empírica, en tanto usa términos descriptivos como “volumen” y “presión”, que pueden medirse fácilmente con instrumentos como una probeta y un barómetro.

Las leyes empíricas (...) No sólo incluyen leyes cualitativas simples (como “todos los cuervos son negros”), sino también leyes cuantitativas que surgen de mediciones simples. Las leyes que relacionan la presión, el volumen y la temperatura de los gases son de este tipo. La ley de Ohm, que vincula la diferencia de potencial eléctrico, la resistencia y la intensidad de la corriente, es otro ejemplo conocido. El científico realiza repetidas mediciones, halla ciertas regularidades y las expresa en una ley. Éstas son leyes empíricas. (*Ibíd*, p. 301).

Las leyes teóricas corresponden a un nivel más avanzado, en el que buscando explicar las leyes empíricas se postulan entidades y procesos que se supone subyacen a los fenómenos observables, explicándolos como manifestaciones suyas. Esto implica que los términos descriptivos de las leyes teóricas no refieren a procesos o entidades que sean directamente observables, pues son postulados como entidades y fenómenos subyacentes.

En el segundo nivel, encontramos enunciados generales que hacen referencia a campos eléctricos, magnéticos y gravitacionales, a moléculas, a átomos y a una variedad de partículas subatómicas (...) o a las diversas entidades que involucran las diversas teorías del aprendizaje y que no son directamente observables. (Hempel, 1958, p. 152)⁴

³ Es interesante advertir, que la vinculación de los términos medibles mediante técnicas simples a lo observable, es lo que permite, a la Concepción Heredada, plantear leyes cuantitativas en el campo de las generalizaciones empíricas.

⁴ Hempel, igual que Rudolf Carnap, definen las leyes como enunciados generales, bien sean de carácter universal o estadístico (cfr. Carnap, 1966, p. 13). En este escrito, aunque nos cuidamos de esta definición, porque exhibe una tendencia realista sobre las teorías. Sobre este tópico se volverá más adelante, cuando se aborden las múltiples interpretaciones que pueden asumirse en la Concepción Heredada.

El corolario inmediato de esta característica de los términos descriptivos de las leyes teóricas -su no referencia a los objetos, procesos y relaciones experimentalmente observables-, es que no pueden obtenerse por medio de una generalización experimental sobre determinados eventos, pues la referencia de éstas trasciende nuestra observación. Esto implica una distinción metodológica, respecto al modo en el que se desarrolla la investigación científica en esta etapa. El siguiente es un pasaje que evidencia esta creencia:

El término ‘molécula’ nunca surge como resultado de observaciones. Por esta razón, por muchas que sean las generalizaciones que efectuamos a partir de observaciones, nunca llegamos a elaborar una teoría de los procesos moleculares. Una teoría semejante debe surgir de otra manera. No se la enuncia como una generalización de hechos sino como una hipótesis. Luego se pone a prueba la hipótesis de una manera análoga, en ciertos aspectos, al ensayo de una ley empírica, las cuales a su vez son sometidas a prueba mediante la observación de hechos. Quizás las leyes empíricas derivadas de la teorías ya son conocidas y están bien confirmadas (estas leyes hasta pueden haber inspirado la formulación de la ley teórica). Independientemente de que las leyes empíricas derivadas sean conocidas y estén confirmadas o sean nuevas leyes confirmadas por nuevas observaciones, la confirmación de tales leyes derivadas suministra una confirmación directa de la ley teórica. (Carnap, 1966, p. 306)

No obstante, esta distinción entre términos que refieren objetos observables, llevó a sostener en la Concepción Heredada, una distinción no sólo entre 1) fases del desarrollo científico, y 2) tipos de leyes, sino también entre 3) el lenguaje científico: a) un lenguaje observacional, que tiene términos descriptivos que refieren eventos observables; y b) un lenguaje teórico, que tiene términos descriptivos que refieren entidades hipotéticas. Repárese la siguiente cita de Hempel

De acuerdo con la distinción que hemos hecho aquí, supondremos que el vocabulario extralógico de la ciencia empírica o de cualquiera de sus ramas, se divide en dos clases: *términos observacionales* y *términos teóricos*. Con respecto a un término observacional es posible decidir, por medio de la observación directa en circunstancias adecuadas, si el término se aplica o no a una situación dada. (1958, p. 152)

Para los seguidores de la Concepción Heredada, a través de la inserción de características adicionales no susceptibles de observación directa, pero que se relacionan de un modo determinado con aspectos observables se logra: 1) unificar un conjunto de generalizaciones empíricas que parecen inconexas; y 2) subsanar algunos defectos que presentan las leyes del primer nivel. Respecto al segundo punto, en su ensayo *El dilema del teórico: un estudio sobre la lógica de la construcción de teoría* (1958), Hempel, plantea la generalización empírica “En el agua la madera flota y el hierro se hunde”, precisando dos dificultades sobre ésta: 1) tiene un dominio de aplicación estrecho en el sentido de que se refiere sólo a objetos de madera y de hierro y al hecho de flotar o hundirse exclusivamente en el agua; y 2) tiene excepciones, ciertos tipos de madera se hundirán en el agua, como la caoba (Cf. p. 154). En otro texto, el mismo autor, sosteniendo estos defectos expone:

...las leyes que están formuladas al nivel observacional vienen a cumplirse tan sólo de un modo aproximado y dentro de un ámbito restringido... (1966, p. 116-117)

Para Hempel, la inserción de leyes teóricas encuentra su justificación en la procura de hacer frente a los dos defectos enunciados; una verdad aproximada y el limitado campo de aplicación. Dice:

Como lo muestra la historia de la ciencia, a menudo se pueden subsanar defectos de ese tipo atribuyendo a los fenómenos que se estudian ciertas características adicionales que, aunque no sean susceptibles de observación directa, están relacionados de un modo determinado con sus aspectos observables y que hacen posible establecer conexiones sistemáticas entre los últimos. (1958, p. 154)

Al trascender la observación, las teorías surgen de una manera diferente; como actos creativos que se postulan hipotéticamente. El común denominador de la situación en la que surgen, es cuando se han realizado un buen número de generalizaciones aisladas sobre ciertos eventos, y el modo en el que surgen es postulándolas como hipótesis que pretenden explicar lo conocido.

Una teoría semejante debe surgir de otra manera. No se la enuncia como una generalización de hechos sino como una hipótesis. Luego se pone a prueba la hipótesis de una manera analoga, en ciertos aspectos, al ensayo de una ley empírica. (...)

Un científico no comienza con una ley empírica, por ejemplo, la ley de Boyle sobre los gases, y luego busca una teoría acerca de las moléculas a partir de la cual poder derivar esa ley. El científico trata de formular una teoría mucho más general a partir de la cual sea posible derivar una variedad de leyes empíricas. Cuanto mayor es el número de estas leyes, cuanto mayor es su variedad y su falta aparente de conexión entre unas y otras, tanto más fuerte es la teoría que las explica. (Carnap, 1966, p. 306-307).

Debe ser claro que, cuando se usa el término “hipótesis” para referir leyes teóricas, no se alude al grado de confirmación de éstas con respecto a las leyes empíricas, sino al modo en que se construyen.

Permitaseme un inciso atinente a nuestro tema, en torno a la caracterización de la Concepción Heredada respecto de la construcción de teorías. Ernest Nagel, siguiendo a W. J. M. Rankine, diferenció dos tipos de teorías, resultado de distintos métodos: 1) teorías abstractivas, como la mecánica clásica, relativas a objetos macroscópicos; y 2) teorías hipotéticas, como la teoría molecular de los gases, aluden a microsucesos (Cf. Nagel, 1961, p. 127). Para nuestros intereses, hay dos tipos de metodología a reconocer en la construcción de teorías: 1) el primer tipo de teorías, se forman por un *método de abstracción*, atribuyendo a los fenómenos de estudio ciertas características adicionales que aunque no sean susceptibles de observación directa se relacionan con sus aspectos observables. P. ej., fenómenos distintos cómo la caída de un cuerpo o el estado de reposo, pueden ser explicados mediante la inserción del concepto teórico ‘fuerza’, que se presenta como una propiedad que se da en el cuerpo o una relación que lo afecta, y permite una generalización más satisfactoria; 2) el segundo tipo de teorías, se construyen *postulando entidades hipotéticas subyacentes* a los fenómenos observables. P. ej., la teoría molecular de la materia, que al explicar los diferentes estados de la materia, introduce entidades hipotéticas subyacentes a ésta. Vale precisar que aun cuando las teorías abstractivas sean relativas a objetos o sucesos macroscópicos, Nagel no consideró que sus términos descriptivos refirieran directamente objetos o sucesos observables, sino que consideró que comparten con las teorías hipotéticas las características que las distinguen de las leyes experimentales.

Finalmente, como las leyes teóricas contienen términos teóricos que no refieren a entidades observables, se consideró que pueden explicar y predecir leyes empíricas, o sucesos observables, a través de enunciados interpretativos que vinculen sus términos teóricos con términos observables. Enunciados del tipo “la temperatura de un gas es proporcional a la energía cinética media de sus moléculas”. Analicemos un ejemplo de predicción. Supóngase que se usa la mecánica de Newton para predecir el movimiento de dos cuerpos bajo la influencia exclusiva de su atracción gravitacional mutua. Como las leyes de la mecánica, contienen términos descriptivos que no refieren entidades observables, se considera, que mediante datos observacionales, se puede asignar a cada cuerpo del sistema una cierta masa, y en un instante dado, t_0 , cierta posición y velocidad en un marco de referencia determinado. De esta manera, por intermedio de *enunciados interpretativos*, ciertos enunciados $O_1, O_2, \dots, O_n$ que describen las lecturas observables de instrumentos, se vinculan con enunciados teóricos, $H_1, H_2, \dots, H_6$, que asignan a cada uno de los cuerpos un valor específico para las cantidades teóricas: masa, posición, velocidad. A partir de estos enunciados, y las leyes teóricas de la mecánica, se logra otro enunciado teórico H_7 que especifica la posición y velocidad de los dos objetos en un momento posterior, t_1 . Dice Carnap:

Lo que nos hace falta es esto, un conjunto de reglas que vinculen los términos teóricos con los términos referentes a observables. Los científicos y los filósofos de la ciencia han reconocido hace mucho la necesidad de tal conjunto de reglas, y a menudo se ha discutido su naturaleza. Ejemplo de una regla semejante es: “Si se produce una oscilación electromagnética de una frecuencia determinada, se observará un color azul-verdoso de determinado matiz.” En este enunciado se vincula algo observable con un microproceso inobservable. (1966, p. 310).

2.2 Individuación de las teorías empíricas en la Concepción Heredada

Los empiristas lógicos asumieron como paradigma de las teorías empíricas la nueva orientación que con Frege, Cantor y Russell adquirieron las matemáticas; un *sistema formal axiomático*, que expresa una estructura a partir de un conjunto de afirmaciones, de las que unas son los axiomas y otras los teoremas. Este enfoque -que se concentró en enunciar y demostrar con rigor el conjunto de proposiciones básicas en lugar de descubrir nuevos

teoremas-, fue para los empiristas una evidencia categórica de que las proposiciones matemáticas pueden resumirse a términos lógicos. Esto, les condujo a considerar que las definiciones de los términos teóricos y también de los enunciados matemáticos de las leyes científicas, podrían reconstruirse en términos lógico-matemáticos. Sin embargo, a diferencia de las propuestas de axiomatización lógica desarrolladas en las matemáticas, se consideró que la axiomatización de una teoría empírica exige además de los signos lógicos, signos descriptivos que le provean contenido factual. El resultado de: a) intentar seguir el exitoso trabajo meta-matemático, y b) pretender subsanar las diferencias de contenido factual de las proposiciones físicas respecto a las matemáticas, fue considerar *las teorías empíricas como sistemas formales axiomáticos parcialmente interpretados*, consistentes en: 1) *un cálculo específico*, sistema de axiomas que se basa, tácita o explícitamente, en un cálculo lógico-matemático; y 2) *un sistema de reglas de interpretación*, denominadas reglas de correspondencia. (Cf. Carnap, p. 1939, p. 130-131)

A fin de entender mejor la perspectiva sintáctico-axiomática de la Concepción Heredada, analicemos sus elementos. Respondamos ¿qué es un cálculo lógico? ¿qué es un cálculo específico? y ¿qué es y para qué es, el sistema de reglas de interpretación, exclusivo de las teorías científico-empíricas?

Un *cálculo lógico* atiende a las relaciones de inferencia válidas que se dan en un sistema formal, y este último se constituye de: 1) un lenguaje formal, L; y 2) las reglas de inferencia válidas que se dan sobre él, R. Un lenguaje formal se caracteriza por atender únicamente a su estructura sintáctica: su vocabulario, que es el inventario completo de signos que se usan en el sistema; y su gramática, que es el conjunto de reglas de formación que establecen las combinaciones de signos aceptables en el lenguaje.

En general, el vocabulario de un lenguaje de primer orden se compone de los siguientes tipos de símbolos:

- (I) Variables, una infinidad numerable ($x, x_1, \dots x_n$)
- (II) Símbolos predicativos: constantes individuales ($a, a_1, \dots a_n$); y constantes predicativas ($P, P_1, \dots P_n$)

(III) Símbolos lógicos: conectores lógicos y la negación ($\sim$, $\vee$, $\wedge$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$); y cuantificadores lógicos ($\exists$, $\forall$).

Los símbolos de (I) y (III) son considerados lógicos; mientras los de (II), descriptivos. En su totalidad el vocabulario es un conjunto de signos despojados de cualquier interpretación. Estas tres clases de signos constituyen el denominado alfabeto del lenguaje elemental considerado. Las formulas bien formadas del lenguaje, se rigen por reglas de formación, son *intraproposicionales* y tienen una de las siguientes formas:

- 1) Fx función monádica; Pxy función diádica, etc., éstas son denominadas fórmulas atómicas.
- 2) $Fa \wedge Fb$, en donde hay dos fórmulas atómicas conectadas mediante la conjunción. En este caso, ambas son monádicas, F es un predicado de a y b , que son nombres de objetos ligados mediante una conectiva lógica. Éstas son denominadas fórmulas moleculares. También se vincula en este tipo, las fórmulas atómicas afectadas por la negación, p. ej., $\sim Fx$.
- 3) $\forall x Fx \rightarrow Sx$, donde x es una variable con un cuantificador universal, en la que se plantea una formula compuesta mediante la implicación.

El sistema posee un conjunto de reglas de transformación o deducción R , que determina las relaciones lógicas *interproposicionales* importantes, aquellas de las que se pueden derivar o deducir expresiones a partir de otras. Se conocen como *reglas de inferencia lógica*. Así pues:

1. de $Fa \wedge Fb$ puede inferirse válidamente Fa .
2. de $(Fa \rightarrow Fb) \wedge Fa$, puede inferirse Fb .
3. de $\forall x (Fx \wedge Sx)$, puede inferirse Sx .

Repárese que las consecuencias derivadas son posibles por la mera estructura sintáctica de estos enunciados.

Los elementos planteados conforman un sistema de deducción natural, es decir, emplean reglas de inferencia sin distinguir axiomas. No obstante, para lograr un *cálculo específico*, es necesario seleccionar una sub-clase de proposiciones como axiomas, que junto a las reglas de inferencia, hacen posible derivar las proposiciones del sistema, denominadas teoremas. P. ej., los cinco postulados de la geometría euclidiana o las tres leyes fundamentales de la mecánica clásica, son los axiomas respectivos de estas teorías. En conclusión, una teoría T se constituye de un lenguaje L, una subclase de proposiciones primitivas o fundamentales A, y unas reglas de inferencia R, $T \langle L, A, R \rangle$.

Es posible encontrar fácilmente citas en las que los seguidores de la concepción heredada ilustran estos elementos y características. P. ej., Carnap en su texto *Fundamentos de lógica y matemáticas* (1939) reconstruye el sistema euclidiano de las paralelas del siguiente modo:

Escogemos una forma que tiene seis signos primitivos: tres para clases de individuos, ' P_1 ', ' P_2 ', ' P_3 ', y tres para relaciones, ' I ', ' B ', ' K '. Escribimos ' $I(x,y)$ ' para 'la relación I se cumple entre x e y ', y ' $B(x, y, z)$ ' para 'la relación (triádica) B se cumple para x, y, z '. (p. 115-116)

En segundo momento dice:

Daremos sólo unos pocos ejemplos de la larga serie de axiomas:

- G 1. Para todo x, y [si x es un P_1 e y es un P_1] entonces, para algún z [z es un P_2 e $I(x, z)$ e $I(y, z)$]
- G 2. Para todo x [si x es un P_3 , entonces, para algún y [y es un P_1 y no $I(y, x)$]].
- G 3. Para todo x, y, z [si $B(x, y, z)$ entonces, no $B(y, x, z)$].
- G 4. Para todo x, y, z [si [x es un P_1 e y es un P_2 y z es un P_3 e $I(x, z)$ e $I(y, z)$ y, no $I(x, y)$] entonces existe (exactamente) 1 u tal que [u es un P_2 e $I(x, u)$ e $I(u, z)$ y, para todo t [si $I(t, u)$ entonces, no $I(t, y)$]]. (Ibíd., p. 116)⁵

Con lo desarrollado hasta el momento, habría una equivalencia entre las teorías matemáticas y las empíricas, equivalencia que, como se dijo, se consideró ilegítima, puesto que las sentencias empíricas exigen además de los signos lógicos, signos descriptivos que

⁵ En este ejemplo, las constantes individuales, predicativas y variables están como signos específicos del cálculo, en lugar de los nombres con los que se presentan los axiomas en su interpretación usual.

proveen contenido factual. Adviértase que mientras la verdad de los teoremas matemáticos depende sólo de reglas semánticas, la de los teoremas físicos depende de las propiedades referidas por los signos descriptivos. Al respecto, ilustra Carnap:

Una proposición matemática puede contener únicamente signos lógicos, por ejemplo, ‘para todo $m, n, m + n = n + m$ ’, o también signos descriptivos si el cálculo matemático se aplica a un sistema descriptivo. En el último caso, la proposición, aunque contiene signos que no pertenecen al cálculo matemático, puede no obstante ser demostrable en ese cálculo, por ejemplo ‘ $lg(c) + lg(d) = lg(d) + lg(c)$ ’ (‘ lg ’ designa la longitud, como antes). Una proposición física siempre contiene signos descriptivos, porque de otra forma no tendría contenido factual; además contiene también usualmente signos lógicos. (*Ibíd.*, p. 132)

A diferencia de las leyes matemáticas, las leyes de la física, como la segunda ley de Newton ‘ $F = ma$ ’, en su demostración, exigen la referencia de los términos descriptivos, no la mera relación entre éstos. En el caso considerado, se demanda comprobar que la aceleración que un cuerpo de tamaño medio observable adquiere es directamente proporcional a la resultante de las fuerzas que actúan en él.

La verdad de un teorema matemático, incluso si contiene signos descriptivos, no depende de ningún hecho concerniente a los designata de estos signos. Podemos determinar su verdad si conocemos las reglas semánticas (...). La verdad de un teorema físico, por el contrario, depende de los signos descriptivos que aparecen. Para determinar su verdad tenemos que hacer observaciones concernientes a estos designata; el conocimiento de las reglas semánticas no es suficiente. (*Ibíd.*, p. 132-133)

Si en las teorías matemáticas es posible asociar cualquier interpretación posible al sistema formal, no pasa así en las teorías físicas. Para pasar de un sistema formal a una teoría empírica es necesario interpretarlo; especificar los *dominios* de la realidad de los que se habla. De modo que, aunque el método axiomático se adapte, según la Concepción Heredada, a las teorías empíricas, se consideró que la diferencia entre éstas y las teorías formales, está en la práctica de las ciencias empíricas, en sus métodos de contrastación y confirmación.

Como las leyes teóricas (que son los axiomas de una teoría), tienen como términos de su vocabulario descriptivo V_D , signos que pertenecen a un vocabulario teórico V_T , son términos descriptivos que no refieren a entidades o procesos dados a la observación – recordemos que son propuestos como hipótesis creadas para dar cuenta de fenómenos directamente accesibles a la observación pero hablan de cosas más allá del alcance de la observación–, los empiristas lógicos consideraron necesario sumar al cálculo específico enunciados interpretativos que permitan vincular los signos del V_T , que se encuentran en las leyes fundamentales de la teoría, con signos descriptivos de un vocabulario observable V_O , que refieren entidades observables. De este modo, el empirismo consideró que los axiomas y teoremas de un cálculo físico se sustituyen por proposiciones descriptivas y factuales de la física interpretada, mediante enunciados interpretativos denominados reglas de correspondencia, C.

Cualquier teoría física (...), puede presentarse (...), en la forma de un sistema interpretado consistente en un cálculo específico (sistema de axiomas) y un sistema de reglas semánticas para su interpretación; el sistema de axiomas está basado, tacita o explícitamente, sobre un cálculo lógico matemático con interpretación usual. (*Ibíd.*, p. 130-131).⁶

Llegamos así al núcleo del relato estándar de la Concepción Heredada, si TC es una teoría empírica y T una teoría matemática

$$TC = T + C$$

Donde, p. ej., en la teoría mecánica clásica TC, T se identifica con las tres leyes fundamentales de la teoría, son el conjunto de axiomas; y C concierne a la naturaleza empírica de TC, p. ej., el conjunto de procedimientos experimentales para aplicar la teoría a los fenómenos.

⁶ También pueden citarse palabras de Hempel respecto a las reglas de correspondencia “R es el conjunto de reglas de medición para la masa, posición y velocidad; esas reglas constituyen los enunciados interpretativos.” (1958, p. 161).

Otro ejemplo de regla de correspondencia proporcionado por Carnap es “La temperatura (medida por un termómetro, por lo cual se trata de un observable en el sentido amplio explicado antes) de un gas es proporcional a la energía cinética media de sus moléculas. Esta regla vincula un inobservable de la teoría molecular, la energía cinética de las moléculas, con un observable, la temperatura del gas. Si no existieran enunciados de este tipo, no habría manera alguna de derivar leyes empíricas acerca de observables de leyes teóricas acerca de inobservables.” (1966, p. 310).

De este modo, se consideró que una ley teórica como

$$\forall x \forall y ((Sx \wedge Ly)) \wedge (Gx = Gy)) \rightarrow F(xy),$$

-donde S es igual a sólido, L a líquido, G a gravedad específica de un cuerpo y F al evento de flotar-, puede llevar a la predicción de eventos observables, si un término V_T como G, es relacionado con términos V_O como P y V (donde P es igual peso y V a volumen) mediante una regla de correspondencia C, como

$$Gx = Px/Vx$$

Este es el relato estándar de la Concepción Heredada, que plantea las teorías como un conjunto T de leyes deductivamente conectadas que se aplican a los fenómenos observables mediante unos determinados procedimientos que son especificados por las reglas de correspondencia C. La siguiente cita de Carnap, recoge muy bien los elementos expuestos para el caso de la mecánica newtoniana de partículas:

Así, por ejemplo, se puede construir un cálculo de la mecánica de los puntos masa. Algunos predicados y funtores (esto es, signos para funciones) se toman como signos primitivos, específicos, y las leyes fundamentales de la mecánica como axiomas. Entonces las reglas semánticas se enuncian estableciendo que los signos primitivos designan, digamos, la clase de las partículas materiales, las tres coordenadas espaciales de una partícula x en el tiempo t (...). Mediante la interpretación, los teoremas del cálculo de la mecánica se convierten en leyes físicas, es decir, enunciados universales que describen ciertos aspectos de los sucesos; constituyen la mecánica física como una teoría con contenido factual que puede ser comprobada mediante observaciones. (*Ibíd.*, p. 125).

A modo de conclusión, conviene hacer una síntesis en unas pocas líneas respecto de los elementos centrales de esta concepción de las teorías científicas. Primero, hay en general un modelo de dos niveles, uno observacional y otro teórico, que comprende: 1) el desarrollo científico, etapa de generalización empírica y la de construcción teórica; 2) el lenguaje científico, el observacional y el teórico; 3) las leyes científicas, las teóricas y las empíricas; 4) el conocimiento científico, el empírico y el teórico. Las teorías se mueven con los componentes del segundo nivel, a saber, el teórico. Segundo, una teoría es un cálculo específico que incorpora nociones semánticas, por medio de enunciados interpretativos que

vinculan los términos teóricos con términos del lenguaje observacional. A nivel de la propuesta de significado extensional de la Concepción Heredada, no es problemático dar razón del porqué los términos observacionales son significativos, mientras que sí lo es en el caso de los teóricos; un término del vocabulario observacional puede especificarse mediante una definición ostensiva, pero no se puede dar tal definición de un término teórico. De modo que una teoría empírica es la suma de una teoría matemática más unas reglas de interpretación. Tercero, en general una teoría es un conjunto de enunciados.

Capítulo 3. LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA DE LA VERDAD

En tanto con una teoría se intenta dar cuenta del comportamiento de una determinada clase de fenómenos y ésta es definida, por la Concepción Heredada, como un conjunto de enunciados organizados sistemáticamente, la noción referencial a analizar en relación con las teorías debe ser la verdad. En tanto para los positivistas, la justificación de una teoría envuelve la comparación de sus implicaciones con las declaraciones neutrales observables que describe, el positivismo envuelve una noción de verdad por correspondencia⁷. El objetivo de este capítulo es, simplemente, realizar una exposición de los aspectos básicos de la *Concepción semántica de la verdad*, propuesta por Alfred Tarski (1935). Hay tres razones para enfocarme en esta concepción. Primero, aunque Tarski denominó su trabajo concepción semántica de la verdad, puesto que define esta noción a partir de términos semánticos como ‘satisfacción’, y define la semántica, a la manera de Charles Morris, como el estudio de ciertas relaciones que se dan entre las expresiones del lenguaje y los objetos que refieren, no se puede olvidar que intenta hacer justicia a la concepción correspondentista clásica aristotélica de la verdad (Cf. 1944, p. 277). Segundo, Tarski ofrece una noción de verdad para lenguajes formalizados y la Concepción Heredada pretendió reducir las teorías a lenguajes a formalizados más un cálculo específico y una interpretación. Tercero, a juicio de muchos el trabajo de Tarski es el estudio clásico más importante respecto de este concepto (Cf. Diéguez Lucena, 1998, p. 205; Niiniluoto, 1999, p. 55, entre otros posibles).

3.1 La Concepción semántica de la verdad

En 1944, Tarski escribió un artículo que se convirtió en la referencia estándar de sus ideas en la filosofía, denominado *La Concepción Semántica de la Verdad y los Fundamentos de*

⁷ Comparto aquí la interpretación de Brendan P. Minogue, en su escrito *Van Fraassen's Semanticism*, también declara “El Positivismo envuelve una noción correspondentista de la verdad”, puesto que “Para los positivistas, la justificación envuelve la comparación entre las implicaciones de una teoría y las declaraciones neutrales observables que describe la teoría. Una favorable comparación produce una verificación, mientras que una comparación desfavorable una falsación”. (1984, p. 118-119). No obstante, conozco que es posible sostener una teoría coherentista de la verdad en la concepción del positivismo lógico. Que Carnap fue conmovido por las ideas de Neurath para pasar de una concepción correspondentista a una coherentista. Sigo, por intereses y limitaciones, la interpretación estándar respecto al tema de la verdad en la Concepción Heredada. No obstante, el interesado en profundizar en este tema puede consultar el texto de Carl Hempel *La teoría de la verdad de los positivistas lógicos*, *Analysis*, II/4 (1935), 49–59.

la Semántica. En éste plantea que una definición satisfactoria de la verdad debe cumplir dos exigencias: ser *materialmente adecuada* y *formalmente correcta* (Cf., Tarski, 1944, p. 276). El primer requisito pone un límite extensional a las oraciones a las que se les puede atribuir el predicado “verdaderas”; el segundo, pone límites a la forma posible del lenguaje.

La condición de adecuación material, demanda que la definición de verdad se encuentre de acuerdo con los hechos. Para tal fin, Tarski propone el siguiente esquema:

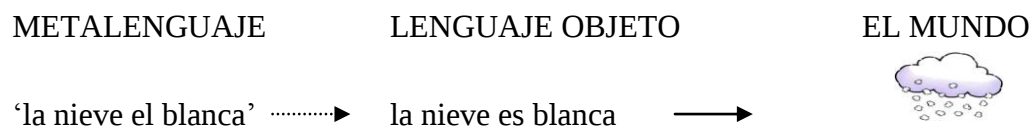
(V) X es verdadera si, y sólo si, p

-donde ‘ p ’ está en lugar de un enunciado cualquiera mientras ‘ X ’ está en lugar del nombre de ese enunciado-, como una función que debe ser satisfecha por cualquier definición aceptable de verdad. El esquema recibe el nombre ‘esquema (V)’, enfatizando que es una condición de la verdad.

Un caso que instancia el criterio, usando un ejemplo del propio Tarski, es:

(1) ‘La nieve es blanca’ es verdadera si, y sólo si, la nieve es blanca

donde el símbolo ‘ p ’ es sustituido por el enunciado que se encuentra a la derecha, y ‘ X ’ por el que lo nombra a la izquierda, a partir del procedimiento del entrecomillado simple. Es pertinente recordar que en lógica, desde Frege, se construye el nombre de un enunciado poniéndolo entre comillas simples, con lo que se pasa de usarlo a mencionarlo. De este modo, se forman nombres metalingüísticos de las expresiones del lenguaje-objeto. P. ej., ‘nieve’, es el nombre en español de la palabra compuesta por las letras ‘n’, ‘i’, ‘e’, ‘v’ y ‘e’. Esto puede ser mejor ilustrado, por medio de la siguiente figura:



Donde las relaciones de referencia entre el lenguaje-objeto y entidades del mundo, son indicadas por la flecha, y las relaciones entre el metalenguaje y lenguaje objeto por la flecha discontinua. De modo que, la sentencia ‘la nieve es blanca’ pertenece al metalenguaje, y es la construcción de un nombre de una sentencia que pertenece al

lenguaje-objeto, para la que se aplica el predicado ‘es verdadero’. Por otro lado, la expresión ‘si y sólo si’ no expresa relaciones entre enunciados, sino entre un enunciado y su atribución de verdad. Respecto al predicado ‘verdadero’, en tanto se aplica a un enunciado, también es considerado metalingüístico.

Como la oración (1), puede ser instanciada satisfactoriamente en el esquema (V), es considerada equivalente a éste en su forma, así el esquema (V) garantiza que se cumpla el criterio de adecuación material. En conclusión, este criterio propone que cualquier definición satisfactoria de la verdad, debe poder instanciarse en el esquema (V) o, en otros términos, que cualquier definición aceptable de la verdad tiene una forma equivalente al esquema (V), en la que ‘*p*’ puede reemplazarse por cualquier oración del lenguaje a que se refiere el predicado ‘verdadero’, y ‘*X*’ por el nombre de esa oración:

...podemos formular de manera precisa las condiciones en que consideraremos el uso y la definición del término «verdadero» como adecuado desde el punto de vista material: deseamos usar el término «verdadero» de manera tal que puedan enunciarse todas las equivalencias de la forma (V), y llamaremos «adecuada» a una definición de la verdad si de ella se siguen todas estas equivalencias. (Tarski, *Ibíd.*, p. 280).

Pero, la condición de adecuación material no es suficiente, el criterio de corrección formal, es otro requisito que debe cumplir una teoría satisfactoria de la verdad. Consideremos la siguiente expresión:

(2) Esta sentencia no es verdadera

Podemos aplicarle el esquema (V), en cuyo caso la sentencia sería verdadera si, y sólo si, no es verdadera y viceversa. Si suponemos que (2) es verdadera, entonces lo que dice se cumple, por tanto (2) es falsa; pero si suponemos, por el contrario, que (2) es falsa; entonces lo que dice no se cumple, en cuyo caso es verdadera. En conclusión, la sentencia (2) es verdadera si, y sólo si no es verdadera, y viceversa, es falsa si, y sólo si no es falsa. Desde luego, esto es una contradicción.

Es de común conocimiento, que las paradojas son un problema que cualquier teoría de la verdad debe evitar, y que su esquema básico son los círculos viciosos, entonces, para

evitarlas, Tarski demanda que el lenguaje para el que se define la verdad sea semánticamente abierto, no cerrado. Un lenguaje semánticamente cerrado, es el que contiene además de sus expresiones los nombres de éstas, así como términos semánticos que refieren a sus oraciones, tales como “verdadero”, por lo tanto, admite la circularidad. Por el contrario, un lenguaje semánticamente abierto, excluye los nombres de sus propias expresiones y, desde luego, los términos semánticos que refieren a las sentencias mismas del lenguaje. Estos términos excluidos, deben incluirse en el metalenguaje usado para hablar de la verdad del lenguaje-objeto. Al tener en cuenta esta distinción entre niveles del lenguaje (lenguaje objeto/metalenguaje) y a qué nivel pertenecen los predicados semánticos, Tarski evita las mencionadas paradojas. No obstante, cumplir esta demanda, exige que exista una forma de determinar las sentencias que le corresponden al lenguaje para el que se define la verdad. Es decir, un modo de especificar la estructura formal y el vocabulario del lenguaje para el que hay que dar las definiciones de los conceptos semánticos. Para cumplir dicho requerimiento, Tarski plantea ciertas condiciones generales bajo las que la estructura de un lenguaje se considera especificada:

1. Tenemos que caracterizar de forma inequívoca los términos primitivos.
2. Establecer las *reglas de definición* para introducir *términos definidos* o nuevos.
3. Establecer los criterios que permitan distinguir dentro de una clase de expresiones aquellas a las que denominados "*oraciones*".
4. Indicar todos los *axiomas* (u *oraciones primitivas*), es decir, aquellas oraciones que decidamos afirmar sin necesidad de prueba.
5. Dar las denominadas *reglas de inferencia* (o *reglas de prueba*) mediante las cuales se puedan deducir nuevas oraciones a partir de otras. (Cf. *Ibíd.*, p. 282)

Básicamente, la condición de corrección formal, puede resumirse a dos condiciones: 1) la distinción entre metalenguaje y lenguaje-objeto; 2) la especificación rigurosa de las condiciones generales para especificar la estructura de un lenguaje formal. Desde luego -lo deja claro el criterio de corrección formal-, la noción de verdad trabajada por Tarski, al igual que la de enunciado, se refiere a un lenguaje determinado, no se define la noción

“verdadero” como algo absoluto, sino para un lenguaje determinado. Esta aclaración es importante, puesto que una expresión verdadera en un lenguaje puede ser falsa o carente de significado en otro.

Establecidas las condiciones, Tarski plantea su definición de verdad, a partir de otra noción semántica, la de *satisfacción*. El propio Tarski presenta esta noción del siguiente modo:

La de satisfacción es una relación entre objetos arbitrarios y ciertas expresiones llamadas «*funciones proposicionales*» [*sentential functions*]. Éstas son expresiones como «*x es blanca*», «*x es mayor que y*», etc. Su estructura formal es análoga a la de las proposiciones; sin embargo, pueden contener variables de las llamadas libres (tales como «*x*» e «*y*» en «*x es mayor que y*») que pueden figurar en enunciados. (*Ibíd.*, p. 289).

Consideremos primero la definición de verdad para una sentencia sin variables libres, es decir, cerrada. Asumamos un lenguaje L , que tiene un vocabulario lógico, compuesto de conectivas lógicas, la negación, los cuantificadores lógicos y variables; y uno no lógico, que goza de constantes descriptivas en las que se distinguen: las que se usan para nombres individuales, denominadas constantes individuales $a_1, \dots, a_n$; y las que se usan para predicados, constantes predicativas $P_1, \dots, P_n$. Para lograr interpretar sus elementos es necesario asociar a L una estructura, denominémosla *M-estructura*. Está se compone del par ordenado $\langle U, i \rangle$, $M = \langle U, i \rangle$, donde U es el dominio de individuos, en tanto que i es una función de interpretación. El elemento que i asocia a una constante individual es un individuo de universo U , p. ej., $i(a_1) \in U$, en el caso de la constante individual a_1 . Para los predicados, la función de interpretación i se da sobre conjuntos de individuos del universo U , para los predicados monádicos (de un único argumento o sujeto) $i(P) \subseteq U$, en el caso de la constante predicativa P ; para los diádicos (de dos argumentos o sujetos) $i(P) \subseteq U^2$, donde U^2 representa el conjunto de todos los pares ordenados de elementos de U . En general, la función de interpretación i asocia a los predicados diádicos, tríadicos, n -ádicos, con subconjuntos de pares, ternas, n -tuplas ordenados de individuos de U , es decir $i(P) \subseteq U_n$, donde U_n representa el conjunto de todos los n -tuplas de elementos de U .

Convengamos en abreviar la expresión “la proposición a es verdadera respecto de la estructura $M = \langle U, i \rangle$ ” con $M \models$. Para las sentencias atómicas de L , es decir, aquellas que no contienen constantes lógicas, la verdad en $M = \langle U, i \rangle$, es definida por las siguientes condiciones:

$$M \models P(a_1) \text{ si y sólo si } i(a_1) \in i(P)$$

$$M \models Q(a_1, a_2) \text{ si y sólo si } i(a_1), i(a_2) \in i(Q)$$

Sin embargo, cuando alguna fórmula A del lenguaje L tiene una variable libre x , es decir sin interpretar, no tiene un valor del verdad en la estructura M hasta que algún elemento del dominio U sea asignado a x . La verdad de una fórmula como “ x es blanca”, depende de que haya una secuencia de objetos que la satisfagan. De modo que, las sentencias con variables libres no se consideran ni verdaderas ni falsas en sí mismas, sino satisfechas y no satisfechas por elementos del universo del discurso U . Mientras que el valor de verdad de las sentencias cerradas depende del sistema, el de las sentencias con variables libres depende del sistema y de la interpretación que se le asigne a la variable libre. La satisfacción es una relación entre objetos arbitrarios y ciertas expresiones denominadas “funciones predicativas”. Definamos que para cualquier variable x , ésta satisface la propiedad P , si *al ser x interpretada como un individuo a^1* —convengamos en resumir la proposición en cursiva como $i(x)=a_1$ —, éste pertenece a P . Tenemos:

$$M \models P(x) \text{ si y sólo si } i(x)=a_1 \text{ y } i(a_1) \in i(P)$$

$$M \models P(a_1, x) \text{ si, y sólo si, } i(x)=a_2, i(a_1), i(a_2) \in i(P)$$

Una vez que mediante la interpretación se ha dotado al lenguaje L de un contenido, podemos decidir si las fórmulas interpretadas son verdaderas o falsas. Así, la interpretación i satisface al conjunto de fórmulas de L , cuando la interpretación i las convierte en verdaderas.

Para lograr una definición de verdad aplicable a número infinito de oraciones Tarski emplea un *procedimiento recursivo*, es decir, se identifican estructuralmente los

componentes mínimos del lenguaje a los que se aplica el predicado ‘verdadero’, y se construye sobre la base de éstos la verdad de los demás componentes a partir de reglas lógicas que rigen los componentes básicos. P. ej.,

$$M \models (\sim A), \text{ si y sólo si } M \not\models A$$

$$M \models (A \vee B) \text{ si y sólo si } M \models A \text{ o } M \models B$$

$$M \models (A \wedge B), \text{ si y sólo si } M \models A \text{ y } M \models B, \text{ a la vez.}$$

En el caso de los enunciados compuestos mediante cuantificadores, p. ej.,

$$M \models \forall x P(x), \text{ si y sólo si para cada individuo del universo } U, P \text{ es verdadera.}$$

$$M \models \exists x P(x), \text{ si y sólo si para un individuo del universo } U, P \text{ es verdadera.}$$

Si hay una interpretación que satisface todos los axiomas de un lenguaje, ésta es considerada un modelo de éste, es decir, una *M-estructura* que hace verdaderas todas las sentencias que pertenecen al lenguaje *L*.

Capítulo 4. LA VERDAD EN LA CONCEPCIÓN HEREDADA DE LAS TEORÍAS

Una teoría es un conjunto de sentencias clausurado respecto a la relación de consecuencia, es decir, las consecuencias del conjunto de sentencias son también elementos de éste. Sea $\text{sent-}L$ el conjunto de todas las sentencias del lenguaje formal L , T un conjunto de sentencias de L , entonces, $T \subseteq \text{sent-}L$. Sea l cualquier sentencia individual del lenguaje L . Decimos, T es una teoría si y sólo si para cualquier $l \in \text{sent-}L$, tenemos que $T \models l$. En tanto las sentencias que constituyen T pueden ser interpretadas sobre un universo U -si son homologas con él-, podemos decir que las sentencias de T son un conjunto de afirmaciones sobre U , que pueden ser verdaderas o falsas. Si para cada sentencia de T , tenemos que U la satisface, definimos: U es un modelo de T . De modo que T es un conjunto de sentencias, que puede hablar de las entidades $a = \langle a_1, \dots, a_n \rangle$ que pertenecen al universo U . Ahora, sea U_n el conjunto de todos los universos que satisfacen los l de T . Si entre todos éstos, hay un U_1 que corresponde al mundo real, podemos decir que las sentencias de T , y por tanto T , tienen un valor de verdad empírico, es decir, un valor de verdad que se corresponde con el mundo real. Otro modo de plantear esto es, si una teoría T es un conjunto de enunciados que realizan un conjunto M de estructuras, denominémoslas *M-estructuras*, y si hay en este conjunto una estructura M_1 , que corresponde al mundo real, podemos decir que las sentencias de T son verdaderas en M_1 , de modo que T tiene un valor de verdad empírico, es decir, un valor de verdad que se corresponde con el mundo real. Dicho de modo más general, como el mundo real es uno entre los mundos posibles de las *M-estructuras*, la verdad en el mundo real es un caso especial de verdad, *verdad empírica*, entre las *M-estructuras* de T .

Analicemos el caso de la ley de la dilatación térmica en su forma más simple. Dice “todo cuerpo al ser expuesto al calor se dilata”, en su forma lógica

$$- \quad \forall x \, Cx \rightarrow Dx$$

Puesto que la ley se compone de una variable, la implicación y el cuantificador universal, acudiendo a un método de recursión analizamos primero la verdad de las proposiciones atómicas que la componen. Analizamos una proposición singular que sea una consecuencia lógica, tenemos

$$- C(c_1 t^1) \rightarrow D(c_1 t^2)$$

donde C es el predicado relacional “ser puesto al calor”, D “estar dilatado”, t^1 y t^2 designan tiempos en los que ocurre el evento, y c_1 es una interpretación de la variable x . Para la verdad de la proposición atómica $C(c_1 t^1)$, exigimos que $(c_1) \in C$ en (t^1) , y para $D(c_1 t^2)$ exigimos que $(c_1) \in D$ en (t^2) . Finalmente, acudimos al valor de la implicación y decimos que la proposición compuesta $C(c_1 t^1) \rightarrow D(c_1 t^2)$ es verdad, cuando $C(c_1 t^1)$ no es verdadera, o cuando es verdadera la proposición $D(c_1 t^2)$, esto, para el caso de la consecuencia lógica de carácter singular. Para el caso de la ley $\forall x Cx \rightarrow Dx$, decimos que es verdadera cuando cualquiera que sea el ejemplo extraído, $(c_i t^1) \rightarrow D(c_i t^2)$, éste resulte verdadero.

No obstante, esta forma de hablar, respecto a la posibilidad de que las teorías sean portadoras de verdad, se funda en una interpretación literal de los enunciados que conforman las mismas. Conviene precisar que la noción “interpretación literal”, es una interpretación que se da conforme a la letra del texto, o al sentido exacto y propio, y no lato ni figurado, de las palabras empleadas en él; no busca significados ocultos sino el significado obvio de las proposiciones empleadas. Retornando a la forma de hablar, tenemos que ésta invoca tanto al realismo ontológico como al semántico. Pero, estas dos implicaciones han sido debatidas. Permitanme explicitarlas un poco. Respecto al realismo semántico. Tenemos que si bien la verdad de una frase, según la definición de verdad que se ha expuesto, expresa simplemente que los hechos son como se describen en la sentencia, aun cuando alguien lo sepa o no, distinguiendo así lo que es la definición de verdad del criterio de verdad -es decir, de la cuestión de cómo detectar si los hechos descritos son tal como describe la sentencia⁸-, el asunto del criterio de verdad, respecto de la extensión de los enunciados universales de la ciencia, generó distintas interpretaciones respecto de si una teoría, y en el caso presentado una ley empírica, puede o no ser un portador de verdad. Respecto al realismo ontológico. Tal como el enunciado singular $C(c_1 t^1) \rightarrow D(c_1 t^2)$, es una consecuencia lógica del enunciado universal $\forall x Cx \rightarrow Dx$, según la imagen desarrollada por la Concepción Heredada, este último es una consecuencia de la teoría molecular de la materia, algo que se evidencia mediante una regla de correspondencia como “*el aumento de temperatura genera un incremento en la vibración de los átomos de un cuerpo*”

⁸ Carnap sostiene esta distinción, Cf. Carnap, 1948, p. 302.

proporcional a la dilatación de éste”, que vincula inobservables de la teoría molecular, vibración de los átomos, con un observable, la dilatación de un cuerpo. Sin embargo, como las entidades y relaciones planteadas por la teoría molecular son algo, que parece ser, verificado indirectamente, por medio de las consecuencias sobre observables, no directamente, puesto que sus términos descriptivos refieren a entidades inobservables, hay que cuestionar ¿es la verdad de los enunciados que refieren las consecuencias observables de una teoría T una condición suficiente para que todos los enunciados de T –las leyes teóricas- sean considerados verdaderos? Esta segunda arista está vinculada con el estatus ontológico que se le atribuye a las entidades teóricas postuladas por las teorías, y por tanto con el valor de verdad, atribuible o no, de las leyes teóricas, en las que dichas entidades son referidas mediante términos del vocabulario teórico V_T .

Tanto el estatus cognoscitivo de los enunciados universales y del lenguaje teórico han sido fuente de inconcluyentes debates. En este acápite deseo exponer de qué forma éstos repercuten en la cuestión de si es posible considerar las teorías, tal como son presentadas por la Concepción Heredada, como enunciados verdaderos o falsos. Más que hacer un análisis exhaustivo del tema, simplemente presento la fuente de estos dos problemas. Finalmente, preciso algunas fallas que se encuentran en la Concepción Hereda a través de la descripción de dos críticas que se le han hecho a este enfoque.

4.1 Instrumentalismo ontológico

El predicado ‘verdadero’ como un calificativo para las teorías científicas insinúa, en la forma de hablar, una dosis de *realismo ontológico*; sugiere que en las leyes teóricas, términos V_T como “electrones”, “emisiones de electrón”, “fuerzas”, “masas”, etc., deben interpretarse como si refirieran a electrones, emisiones de electrón, fuerzas, masas, etc., es decir, como si hablaran de individuos inobservables que pertenecen a un sistema real y que existen independientemente de la teoría. Sin embargo, la interpretación ontológica de los términos descriptivos del L_T , es decir, el problema de qué refieren estos términos, siguiendo la reflexión de Frederick Suppe en *La estructura de las teorías científicas* (1974), puede recibir cuando menos otra interpretación en la Concepción Heredada; *la del instrumentalismo ontológico*. Según esta interpretación, los términos V_T son instrumentos útiles para la predicción de fenómenos, para organizar la experiencia, pero no tiene sentido

cuestionarse por la referencia de éstos. De modo que, desde una teoría empírica de la verdad, las leyes teóricas no tienen un valor atribuible.

Examinemos una fuente del problema⁹. Es posible comprobar la verdad de las consecuencias observables de una teoría T . En tanto se plantean, mediante enunciados que tienen términos descriptivos que refieren a regularidades que se producen entre fenómenos observables. Éstos constituyen las predicciones de T que se pueden contrastar. Denominemos T/O a todas las consecuencias observables de T . Todos los enunciados de T/O tienen términos descriptivos que pertenecen a un vocabulario de observación V_O . Diremos que T es empíricamente verdadera, si todos sus enunciados T/O se corresponden verdaderamente con el mundo, es decir, describen fenómenos y relaciones entre éstos que en efecto se dan en el mundo. Pero ¿es la verdad de los enunciados T/O una condición suficiente para que todos los enunciados de T –también los L_T ; las leyes teóricas– sean considerados verdaderos?

Puesto que una teoría es considerada *un sistema de axiomas más un sistema de reglas de interpretación*, del que se *deducen* un conjunto de consecuencias, conviene recordar los valores de verdad de la implicación lógica

P	Q	$P \rightarrow Q$
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

Si los enunciados fundamentales de T que figuran en un lenguaje L_T , tienen como referencia entidades del mundo, y su descripción corresponde con éste, se sigue que también los enunciados T/O de T se corresponden con el mundo. Sin embargo, aunque la lógica de la implicación garantiza que de una verdad sólo es posible obtener una verdad, no garantiza que de una falsedad no pueda obtenerse una verdad, por lo que pueden ser los T/O de T verdaderos, cuando los enunciados fundamentales L_T de T sean falsos. Entonces ¿Cuál

⁹ Aun cuando el instrumentalismo se puede fundamentar a partir de las múltiples formas en que es posible explicar el mundo observable, sigo aquí la interpretación desarrollada por Suppe (Cf. 1974, p. 54-55).

es el estatus atribuible a T si la verdad de todos sus T/O no es suficiente para que sea considerada verdadera? Como ha podido advertirse, el que T sea o no verdadera depende del estatus atribuido a sus L_T , y por tanto, a los términos V_T que aparecen en éstos.

La referencia fáctica de los términos V_T tiene, siguiendo a Suppe, dos respuestas. Primero, se puede aceptar que los términos V_T de una teoría tienen referencia fáctica, es decir, que las entidades o propiedades a las que se aplican tienen existencia física real pero no son observables. Según esta interpretación, debe interpretarse literalmente L_T . Es decir, cuando una teoría física habla de partículas elementales, afirma que en el universo hay partículas de los tipos que dice la teoría, que están gobernadas por determinadas leyes físicas, y que es posible señalar su presencia en determinadas circunstancias mediante cierta clase específica de consecuencias observables. Desde este punto de vista, afirmaciones como “el salto del electrón” son verdaderas cuando el significado extensional del nombre y la propiedad de la que goza (que es el significado extensional del predicado), refieren a entidades físicas reales. Aun cuando éstas no puedan ser comprobadas por observación directa, se puede determinar su significado a través de su conexión con lo observable. Ésta es la *interpretación del realismo ontológico* respecto de las entidades teóricas postuladas por las teorías y, según ella, debemos atribuir referencia fáctica a todos los términos del vocabulario descriptivo (V_D) de una teoría. Lo observable es sólo parte de la realidad, son los efectos de los procesos inobservables. La otra interpretación, sostiene que los términos V_T no refieren entidades físicas reales no observables o a sus atributos, sino que son sólo instrumentos convenientes; no debe realizarse una interpretación literal de L_T . Desde este enfoque no tiene sentido preguntarse por la verdad o falsedad de los enunciados en los que aparecen los términos V_T , pues T es tan sólo un conjunto de reglas para hacer predicciones observables, es decir un conjunto de reglas para especificar T/O . Este segundo punto de vista, es la *interpretación del instrumentalismo ontológico*, y su problema no es saber si T es verdadera sino si es *adecuada* en el sentido que los T/O son empíricamente verdaderos. Esta concepción, rechaza un compromiso ontológico con las entidades postuladas por la teoría, y concibe a los enunciados en los que ellas aparecen como artificios para inferir los T/O . Desde este punto de vista, no hay más realidad que aquella que constituye lo observable.

Adviértase bien, que este *instrumentalismo* no sostiene que los enunciados L_T sean falsos, sino que niega un valor de verdad atribuible a éstos. Es pertinente detenerse en este punto, puesto que el valor de verdad de la implicación lógica; el que una verdad no sea una consecuencia lógica exclusiva de otra, permite la posibilidad de otras interpretaciones para los L_T . El instrumentalismo no acude al valor de verdad de la implicación, para plantear los L_T como falsos, sino para precisar que la verdad de los T/O no implica la de los L_T de T . Para este instrumentalismo, los enunciados L_T que contienen términos V_T no deben recibir una interpretación literal, pues son sólo formas de enunciados y no puede decirse de ellos que son verdaderos o falsos. Son esquemas conceptuales generados conscientemente para dirigir de manera efectiva la investigación experimental y poner de manifiesto regularidades relativas a la observación, que de otro modo estarían inconexas.

Digresión. Antes de seguir con las consecuencias de las posturas realista e instrumentalista en la Concepción Heredada, quiero referirme a una interpretación frecuente que se hace respecto a la posición del empirismo lógico en torno al estatus de los términos teóricos. Ésta puede encontrarse sostenida en varios autores, entre ellos Ronald Giere. Este autor sostiene que la postura más común en el empirismo lógico fue el instrumentalismo respecto a la parte teórica de las teorías empíricas, pues considera que en la imagen de la Concepción Heredada, el significado de los términos teóricos fue considerado función del significado de los términos observacionales. Dice:

La doctrina más aceptada era que el significado de los términos teóricos es por completo función del significado de los términos observacionales aunado a las relaciones puramente formales especificadas por los axiomas de la teoría. El resultado es el *instrumentalismo* referido a la parte teórica de las teorías. Los términos teóricos no se refieren a entidades reales; son meros instrumentos para organizar las afirmaciones concernientes a las cosas referidas por los términos observacionales. Las entidades que de manera acrítica podría uno suponer referidas por los términos teóricos son, en el mejor de los casos, ficciones útiles. (Giere, 1988, p. 47.)

Posterior a esto aclara “No todos los empiristas lógicos eran instrumentalistas. Reichenbach, por cierto, se reclamaba “realista”” (*Ibíd.*). Me parece que esta interpretación,

de calificar a los empiristas lógicos principalmente de instrumentalistas teóricos, resulta desafortunada cuando se confronta con párrafos como:

...átomos, campos eléctricos u otras cosas de que puede hablar el físico, son precisamente de acuerdo con su teoría, lo que constituye las casas y los árboles y, en consecuencia, los unos tienen que ser reales en el mismo sentido que los otros. La objetividad de las montañas y de las nubes es exactamente la misma que la de los protones y la energía (...). Finalmente nos convenceremos *de facto* que aun la existencia de las más sutiles, “cosas invisibles”, aseveradas por el científico, en principio son tan verificables como lo es la existencia real de un árbol o una estrella. (Schlick, 1932, p. 108)

La idea desarrollada en el párrafo, no sólo aboga por un realismo ontológico sino que sostiene cierta simetría entre los objetos cotidianos y las entidades teóricas introducidas por la ciencia. También Carnap en su texto *Fundamentación lógica de la física* (1966), presenta declaraciones con tendencias en pro de un realismo ontológico, dice “Las leyes teóricas se refieren a inobservables, y a menudo éstos son microprocesos” (p. 13)¹⁰. Ahora, si Carnap expresa que los términos del V_T refieren entidades no observables, no tiene más remedio que sostener que éstas tienen un significado extensional.

A fin de lograr otra interpretación, que en este caso socorra al realismo, debemos responder ¿por qué el significado de los términos teóricos es función del significado de los términos observables? Algo que se encuentra estrictamente relacionado con el rol de las llamadas reglas de correspondencia. Una respuesta satisfactoria a este cuestionamiento, puede encontrarse en el rechazo que los empiristas tuvieron frente a cualquier tesis metafísica que postulara *realidades transcendentales*, que no afectaran en modo alguno lo observable. Es fácil encontrar este rechazo:

Pero si alguien afirmara que en el interior de cada electrón existe un núcleo, el cual, aun cuando está siempre presente, no tiene nunca ni en modo alguno ningún efecto externo, de suerte que su existencia no se manifiesta nunca en la naturaleza, esa sería una afirmación sinsentido... (Schlick, *Ibíd.*, p. 95).

¹⁰ *Ibíd.*, p. 302.

A diferencia de la metafísica, la fase teórica de la investigación científica postula entidades que afectan lo observable, de modo que es necesario a partir de *las reglas de correspondencia* precisar el significado de estas entidades, a fin de diferenciarlas de entidades metafísicas. Así desde una lectura realista, las reglas de correspondencia garantizan el significado de los términos teóricos, al especificar procedimientos experimentales mediante los que es posible advertir cómo las entidades inobservables afectan el mundo fenoménico. Esta lectura alterna, plantea que el problema de los realistas es cómo dar cuenta de las entidades teóricas y de su significado, y que son las reglas de correspondencia los elementos que solucionan este problema al proveer de significado empírico a los términos teóricos. Desde luego, es una interpretación que se ajusta mejor a las posturas realistas señaladas tanto en Schlick como en Carnap.

Volviendo a nuestro tema, tanto el realismo ontológico como el instrumentalismo ontológico son posturas viables en la Concepción Heredada de las teorías científicas, y cualquiera que sea la interpretación por la que se opte tiene un compromiso con el empirismo, pues el lenguaje observacional se encuentra fuera de toda duda. Lo que hay, sea por un criterio metodológico natural o convencional, es una diferencia entre lo que exige la aceptación de L_T . Pero, tanto en un instrumentalismo o en un realismo, son necesarias las reglas de correspondencia como un puente que permita pasar de los enunciados teóricos a los observacionales, y en cualquier caso, la interpretación resultante tiene un carácter lingüístico respecto al conjunto de enunciados T/O que son consecuencias de T . Resultado que permite la aplicación del predicado verdadero, aunque, vale aclarar, de forma restringida en el instrumentalismo ontológico.

4.2 Instrumentalismo semántico

Las teorías científicas fueron consideradas un sistema de enunciados universales, con un valor de verdad garantizado si cualquiera que sea el ejemplo extraído del universo referido por la teoría, la relación expresada se cumple en él. Sin embargo, la extensión que se adjudica a las leyes universales genera inconvenientes para caracterizar las teorías científicas como verdaderas ¿pueden ser corroborados semejantes enunciados? Comencemos por distinguir dos tipos de enunciados universales, que presentan distinto valor en una extensión espacio-temporal.

Hasta ahora hemos dicho que las teorías se componen de enunciados universales, pero es necesario distinguir tipos de enunciados de carácter universal. Examinemos los siguientes ejemplos:

- i. De todo cuerpo es verdad que al ser puesto en el calor se dilata.
- ii. De todo ser humano que viva ahora sobre la tierra es verdad que su estatura no es superior a 5 metros.

El cuantificador lógico trata por igual a cualquiera de ellos, pues su función es tan sólo referir a todos los elementos de una clase determinada. Sin embargo, es patente que mientras en el enunciado (ii), el cuantificador denota una cantidad finita de elementos concretos dentro de una región espacio-temporal finita; en el enunciado (i), el cuantificador pretende ser verdadero para cualquier tiempo y lugar. Empleando la terminología popperiana, denominemos a los enunciados similares a (ii) *numéricamente universales* y los similares a (i) *estrictamente universales*¹¹. La diferencia entre estos tipos de enunciados es tal, que los numéricamente universales pueden sustituirse por la conjunción de los enunciados singulares que la componen, desde luego, enumerando todos los elementos referidos; pero en los estrictamente universales no puede llevarse a cabo esta sustitución, puesto que el cuantificador alude a cualquier tiempo y lugar.

Las leyes de la ciencia se encuentran en los enunciados tipo (i), de modo que un proceso de corroboración a partir de enunciados particulares se torna imposible, pues exige que se pueda llevar a cabo de modo empírico, un examen de cada acontecimiento singular al que pueda aplicarse la ley, garantizando, desde luego, que cada uno de ellos ocurra conforme a ella para probar su verdad. El problema que tenemos puede plantearse bajo la siguiente pregunta: ¿Cómo se garantiza la verdad de los enunciados generales de la ciencia si sólo podemos contemplar una cantidad finita de eventos? Este problema permea tanto las leyes empíricas como las teóricas; estas últimas, al considerarse que se confirman de modo indirecto mediante enunciados de observación que tienen una característica singular. Adviértase que esta dificultad, denominada *el problema de la inducción*, no se concentra en el estatus ontológico atribuible a los términos V_T , sino en la extensión infinita del

¹¹ Cf. Popper, 1934, p. 60.

cuantificador universal ($\forall$) que presentan, en la Concepción Heredada, las leyes de la ciencia al pretender ser enunciados verdaderos para cualquier lugar y tiempo. En lo siguiente procuraré, obviar el problema del método científico, ligado con el problema de inducción, pues mi interés es exhibir distintas interpretaciones que se generan respecto a la posibilidad de que las teorías sean consideradas portadores de verdad.

Puesto que el modelo de conjunción de casos singulares no puede ser extendido a la ciencia, una interpretación no literal posible, es considerar que los enunciados cuantificados de las ciencias empíricas deben ser interpretados como algo distinto a afirmaciones genuinas. Schlick siguiendo a Wittgenstein, fue defensor de esta postura. Dice: “Reconocemos, junto con Hume, que no hay justificación lógica de éstas; no puede haberla, simplemente porque no son proposiciones genuinas.” (1931, p. 197). En su texto *Positivismo y realismo*, esboza su justificación al respecto:

Estrictamente hablando, el significado de una proposición acerca de objetos físicos, sólo se agotaría mediante un número indefinidamente grande de posibles verificaciones; de esto ha de inferirse que en último análisis nunca es posible demostrar que dicha proposición sea absolutamente cierta. En realidad, se acostumbra a reconocer que aun las proposiciones de la ciencia que poseen mayor certeza, siempre son consideradas como hipótesis, constantemente abierta a mayor precisión y perfeccionamientos; lo anterior da como resultado algunas consecuencias para la naturaleza lógica de dichas proposiciones... (1932, p. 98)

Examinemos la génesis de esta situación. Schlick adoptó *el principio empirista del significado*, éste es: “el sentido de toda proposición se halla totalmente contenido en su verificación mediante lo dado.” (*Ibíd.*, p. 113), además agregó que debe haber una verificación definitiva “El criterio de verdad o de falsedad de la proposición se hallará en el hecho de que en circunstancias definidas (dadas en la definición) ciertos datos estarán presentes o no estarán presentes” (*Ibíd.*, p. 93). Esto genera un dilema, puesto que si 1) las leyes son enunciados verdaderos con una extensión infinita, y 2) según *el principio empirista del significado* en los enunciados genuinos debe poderse establecer su significado definiendo las circunstancias en que son verdaderos o falsos, la verificación de las leyes resulta imposible; de modo que debe abandonarse el principio o la consideración de las

leyes como enunciados verdaderos. Analicemos que, no es una verificación irrealizable por las circunstancias en que nos encontramos (no *verificable en principio*) sino que es una imposibilidad de *verificación lógica*; dado el carácter del cuantificador universal de las leyes que pretende referir cualquier lugar y tiempo, una verificación definitiva no es posible. Solucionar este dilema implica entonces, abandonar uno de los dos cuernos; la consideración de las leyes como enunciados o el *principio empirista del significado*. Schlick optó por el abandono del primer cuerno, y con ello renunció a asumir una interpretación literal respecto de los enunciados universales de la ciencia. Consideró que según su principio, las leyes no pueden considerarse proposiciones genuinas, sino más bien como reglas, un conjunto de signos útiles para la derivación de enunciados singulares.

Lo interesante del planteamiento de Schlick, es que se encuentra un tipo de *instrumentalismo semántico* combinado con un *realismo ontológico*. Puesto que, aunque al asociar la verdad o la falsedad con su *criterio de verificación empírica*, se ve en la tarea de negarle a las leyes el carácter de proposiciones genuinas y con ello el valor de verdad; reconoce la existencia de las entidades inobservables de la ciencia, en cuanto éstas pueden ser verificadas, desde su criterio, a través de su conexión con lo observable. (Cf. *Ibíd.*, p. 24). Según esta interpretación las leyes son reglas útiles para hacer predicciones de enunciados verdaderos, pero no son en sí mismas verdaderas.

Sin embargo, la posición de Schlick, no es satisfactoria ¿qué se quiere decir con que las leyes no son proposiciones genuinas, sino un conjunto de signos? Cualquier enunciado es un sistema de signos, decir que las leyes son meramente fórmulas simbólicas no genera solución alguna, puesto que lo mismo debe decirse de los enunciados singulares. Esta solución resulta ser más una propuesta convencional ajustada que natural.

Una respuesta más genuina al respecto fue la desarrollada por Popper. Sin embargo, a fin de poder exhibirla con mayor claridad debemos realizar unas aclaraciones. Por un lado, este pensador fue un fuerte crítico de la concepción de las teorías desarrollada por el empirismo lógico, p. ej., no acepta de ésta su distinción entre lenguaje de observación y teórico, pues considera que todo el lenguaje es teórico. Sobre la otra mano, compartió muchas ideas de esta concepción, p. ej., la de considerar las teorías como un conjunto de enunciados axiomáticamente ordenados en los que sólo los enunciados del nivel inferior son

contrastables con la experiencia. (Cf. Popper, 1934, p. 72). Como más que en una posición de un conjunto de pensadores como los del empirismo lógico, nos hemos centrado en una imagen de las teorías científicas de la que se han heredado muchos aspectos, en estos términos analizaremos la respuesta popperiana.

Tal como lo insinuamos, basta con eliminar uno de los dos cuernos para resolver el dilema que surge de considerar las leyes como enunciados universales y sostener *el principio empirista del significado*. Al contrario de Schlick, Popper prefiere eliminar la asunción del *principio*. Si bien, no podemos determinar el cumplimiento de un enunciado universal infinito a partir de la verificación de un conjunto grande de enunciados singulares, pues por grande que sea sólo será un subconjunto del primero, sí es posible decidir la falsedad de los enunciados universales, siempre que se encuentre algún hecho en el que la ley no se cumpla.

Popper parte de la ventaja lógica que plantea el *modus tollens tollendo* de la lógica clásica: $((p \rightarrow q) \wedge \sim q) \therefore \sim p$. Mientras la verificación de una hipótesis se torna imposible, porque demanda confirmar un enunciado universal mediante enunciados que refieren casos particulares, sí es posible una refutación definitiva de ésta, puesto que un único caso basta para determinar que las relaciones universales planteadas no se cumplen. Así que, aunque jamás pueda saberse si es verdad que *todos los cuerpos al ser puestos en el calor se dilatan*, puede saberse que es falso, si se encuentra x cuerpo que al ser puesto en el calor no se dilata. Planteemos un ejemplo, acudiendo de nuevo a la ley de la dilatación térmica en su forma más simple:

$$\forall x Cx \rightarrow Dx,$$

por alto que sea el número de instancias observadas:

$$C(c_1t^1) \rightarrow D(c_1t^2), C(c_{2000}t^1) \rightarrow D(c_{2000}t^2) \dots, C(c_nt^1) \rightarrow D(c_nt^2)$$

la verdad del conjunto de éstas proposiciones no puede garantizar la verdad de la ley, las confirmaciones de nuestras teorías a partir de enunciados particulares no permiten decidir sobre la verdad de éstas; y, por otra parte, tenemos que una teoría falsa puede tener

consecuencias verdaderas. Sin embargo, basta con un caso singular en donde la ley no se cumpla para que ésta se false:

$$C(c_1t^1) \wedge \sim D(c_1t^2)$$

Porque si x cuerpo no se dilata en el calor, no todo cuerpo se dilata en el calor¹². Es esta asimetría entre la verificación y la falsación la que Popper explota:

Mi propuesta está basada en una *asimetría* entre la verificabilidad y la falsabilidad: asimetría que se deriva de la forma lógica de los enunciados universales. Pues éstos no son jamás deductibles de enunciados singulares, pero sí pueden estar en contradicción con estos últimos. En consecuencia, por medio de inferencias puramente deductivas (valiéndome del *modus tollens* de la lógica clásica) es posible argüir de la verdad de enunciados singulares la falsedad de enunciados universales. (Popper, 1935, p. 41).

Este principio metodológico de contrastación denominado falsación, arroja consecuencias para la relación entre las teorías y la verdad. Pues si bien, las teorías tienen un valor de verdad, no podemos afirmar mientras que no sean refutadas si son falsas, y en ningún caso podemos saber si son verdaderas; puesto que si son refutadas no lo son, y si no lo han sido tampoco sabemos si lo son. Esto implica que es imposible determinar la verdad de una teoría T ; si hemos de considerar las leyes enunciados normales, no podemos dar razones que justifiquen la creencia de que éstas son verdaderas.

Desde luego, del hecho de no saber si una teoría es verdadera o falsa, no se sigue, cuando menos en una concepción correspondendista, que no sea verdadera. No conozco que Popper haya hecho uso de esta distinción. Pero, tampoco abandona en manera alguna la noción de verdad. Considera que cuando se determina que una teoría es falsa, es porque hacemos de la verdad un patrón regulador. Buscamos la verdad aun cuando no la poseemos. No obstante, este uso del término “verdad” como un patrón regulador, se liga con un concepto absoluto de carácter teleológico; no es que las teorías sean verdaderas sino que en la actividad científica se busca la Verdad. En este sentido, la falsación, es una idea reguladora

¹² Es interesante señalar la situación simétrica que se genera en los enunciados existenciales, pues éstos no resultan falsables sino verificables; no podemos registrar la totalidad del mundo con objeto de determinar que algo no existe, pero siempre es posible que algo que existe aquí y allá pueda verificarse.

para acercarnos más a un concepto absoluto de Verdad, que no implica que las teorías sean verdaderas.

4.3 La propuesta popperiana de la verosimilitud y sus problemas

A fin de sostener su postura de que no estamos justificados a plantear que una teoría es verdadera, puesto que siempre tiene un carácter hipotético, pero que sí podemos lograr teorías *más verdaderas o más cercanas a la Verdad*, Popper desarrolla un criterio de *verosimilitud* que funde las ideas de aproximación a la verdad y mayor contenido, y en el que puede repararse fácilmente la idea de la falsación como noción reguladora para la aspiración a la Verdad. Según éste, cada teoría T tiene un *contenido*, que equivale a todas sus consecuencias lógicas singulares T/O . Si cada uno de los enunciados que conforman el conjunto de consecuencias T/O es verdadero, T/O es verdadero. Pero si el conjunto T/O es falso, entonces tendrá enunciados verdaderos y enunciados falsos, p. ej., “todos los cuerpos en el calor se dilatan” es falso, pero el enunciado “ x cuerpo se dilató en el calor” es verdadero¹³. De modo que, así sean los T/O falsos, puede haber más verdad o menos verdad en ellos, según se componga de un mayor o menor número de enunciados verdaderos. Distingamos los enunciados que conforman T/O en dos clases, las consecuencias lógicas verdaderas y las falsas; a las primeras las denominaremos contenido de verdad C_V , a las segundas contenido de falsedad C_F , de tal forma que $T/O = C_V + C_F$.

Permítanme agregar algunos detalles. Para Popper, igual que para la Concepción Heredada, no puede haber dudas de que el contenido o fuerza de una teoría (recuérdese que una teoría es considerada un sistema axiomático deductivo) está determinado por el número de sus consecuencias, T/O . Es decir, entre más consecuencias tiene una teoría más fuerte es. Según esto, se puede decir que la mecánica de Newton es más fuerte que las propuestas de Galileo, en tanto es mayor el número de sus T/O . Así que una forma en que una teoría puede crecer sin pretender toda la verdad, es simplemente a través del aumento de su contenido. Sin embargo, también es obvio que las simples consecuencias no son útiles en sí mismas, puesto que cualquier cuento de hadas arroja consecuencias, aunque falsas. Según

¹³ Repárese que se juega con el valor de verdad de la conjunción lógica.

Popper, queremos consecuencias que de alguna forma se vinculen con la verdad. Necesitamos teorías, que no sólo recojan las viejas verdades sino que brinden nuevas.

El asunto es ¿cómo podríamos aceptar que el contenido de una teoría ha aumentado en dirección a la verdad, es decir que aumentó su verosimilitud? Dado el carácter universal de los enunciados de las teorías no podemos pretender contar verdades y falsedades. Ilustremos qué es esto que no se puede hacer. Supongamos dos teorías T_1 y T_2 cada una con diez afirmaciones. T_1 tiene cinco afirmaciones que corresponden a su C_V y cinco a su C_F . T_2 tiene nueve afirmaciones que corresponden a su C_V y una a su C_F . Se dice que T_2 está más cerca a la verdad que T_1 . Sin embargo, no podemos proceder de esta forma con las teorías científicas, puesto que emplean enunciados estrictamente universales, es decir, tienen un número de afirmaciones infinitas. Aunque con la mecánica newtoniana, podemos predecir la posición de una partícula en una región espacio temporal, p.ej., predecir dónde estará cierta bola que inicia su recorrido en un segmento comprendido entre x y z en un tiempo t^2 , supongamos que está en y . Tenemos que el segmento x - y está compuesto de un número infinito de puntos espaciales, respecto de los que puede usarse la mecánica para derivar el tiempo en el que la bola estará en cada uno de ellos. En un caso tan simple, la mecánica provee un número infinito de enunciados. Frente a esta situación, la noción popperiana de verosimilitud propone comparar el contenido de verdad entre teorías a fin de precisar cuál es más semejante a la verdad o corresponde mejor a los hechos.

Lo que necesitamos para comparar dos teorías T_1 y T_2 , según Popper, es que las consecuencias verdaderas y falsas sean comparables, es decir, que tengan elementos en común, y lo que necesitamos para precisar la verosimilitud es: 1) que el C_V de T_1 sea un subconjunto del C_V de T_2 o viceversa, o 2) que en el C_F de T_1 sea un subconjunto del C_F de T_2 o viceversa. En palabras de Popper:

...podemos decir que T_2 es más semejante a la verdad o corresponde mejor a los hechos que T_1 si y sólo si

- (a) el contenido de verdad, pero no el contenido de falsedad de T_2 es mayor que el de T_1 ;
 - (b) el contenido de falsedad de T_1 , pero no su contenido de verdad, es mayor que el de T_2 .
- (Cf. 1963, p. 285).

Según las condiciones planteadas, es posible definir la verosimilitud V de una teoría T , de la siguiente forma:

$$V(T) = C_V(T) - C_F(T)$$

Desde luego, para Popper, no es posible lograr la verosimilitud máxima en una teoría, pues esto sería tanto como solucionar el problema de la inducción. Por ende, este criterio resulta ser más para un uso comparativo entre teorías, que tiene como patrón regulador la idea de una verdad absoluta, y que sustituye el predicado verdad como válido para las teorías. En otros términos, aunque no es posible conocer la verdad de una teoría, sí es posible escoger la mejor entre varias teorías rivales en función de su mayor o menor acercamiento a la Verdad.

Esta definición de verosimilitud popperiana, resulta afín con su metodología falsacionista, pues sugiere preferir teorías menos refutadas y más corroboradas, aunque el que haya refutación implique falsedad. Esto podría llevarnos a considerar que los cotejos en términos de contenidos de verdad y falsedad entre dos teorías, son una pregunta en torno a la falsedad más que respecto a la verdad. Replanteando como Miller (1974) el problema de la verosimilitud bajo la pregunta *¿qué puede haber alrededor de una teoría falsa que puede hacerla más cercana a la verdad que otra?*

Sin embargo, hay serios inconvenientes en esta propuesta. El núcleo de los problemas a esta noción de verosimilitud, han sido planteados irónicamente por un popperiano, David Miller (1974), y su objeción se centra básicamente en la imposibilidad de comparar los contenidos de verdad o falsedad de dos teorías falsas. Recordemos que para Popper no es posible garantizar teorías verdaderas, dado el problema de la inducción.

Analicemos algunos de los problemas que se plantean a la propuesta popperiana de la verosimilitud, confrontando las dos condiciones de verosimilitud propuestas por Popper. Supongamos dos teorías T_1 y T_2 falsas, en donde T_2 sea más verosímil que T_1 .

Primera condición, que el contenido de verdad pero no el contenido de falsedad de T_2 sea mayor que el de T_1 .

Sea v cualquier enunciado que corresponda al C_V de T_2 pero no al de T_1 , debe haberlo en tanto T_2 es más verosímil que T_1 . Sea f cualquier enunciado que pertenezca tanto al C_F de T_1 como al de T_2 (T_2 debe tener enunciados falsos a menos que sea una tautología). Dado el valor de verdad de la conjunción lógica, tenemos que el enunciado $v \wedge f$ es falso, y pertenece a C_F de T_2 pero no al de T_1 , de modo que mientras que T_2 sea falsa a medida que aumente su verdad aumenta su falsedad. En conclusión, T_2 no puede ser más verosímil que T_1 .

Segunda condición, que el contenido de falsedad de T_1 , pero no su contenido de verdad, sea mayor que el de T_2 .

Sea f que cualquier enunciado que corresponda al C_F de T_1 pero no al de T_2 . De nuevo, debe haberlos puesto que T_2 es más verosímil que T_1 . Sea v cualquier enunciado que corresponda tanto al C_V de T_1 como al de T_2 (T_1 debe tener enunciados verdaderos a menos que sea totalmente inadecuada empíricamente). Dado el valor de verdad de la disyunción lógica, tenemos que el enunciado $v \vee f$ es verdadero, y pertenece a C_V de T_1 pero no al de T_2 , de modo que mientras que T_1 tenga un enunciado verdadero, a medida que aumente su falsedad aumenta su verdad. En conclusión, T_2 no puede ser más verosímil que T_1 .

Lo que revelan estos dos ítems, sobre la propuesta popperiana de la verosimilitud, es que no puede emplearse para la comparación de teorías mientras éstas sean falsas.

4.4 Intermisión: realismo semántico e instrumentalismo ontológico

El siguiente apartado, como lo señala su título, es una intermisión respecto de las posibles interpretaciones que pueden darse en la Concepción Heredada de las teorías. Hasta ahora, nos hemos encontrado con tres interpretaciones en torno al estatus de las entidades inobservables y el valor de verdad de las teorías empíricas. Primero, analizamos un realismo ontológico y semántico, en el que todos los enunciados de una teoría son interpretados de modo literal. Segundo, examinamos -siguiendo la interpretación de Suppe (1974)-, un instrumentalismo ontológico que sostiene un realismo semántico respecto de los enunciados de observación de una teoría y una interpretación no literal respecto de los términos teóricos. Tercero, encontramos un instrumentalismo semántico mezclado con un

realismo ontológico en Schlick, como una respuesta al problema de la inducción, en el que se sostiene una interpretación no literal respecto de los términos estrictamente universales de la ciencia. Finalmente, para sellar las posibles interpretaciones, podemos precisar que también es viable un realismo semántico mezclado con un instrumentalismo ontológico. Analicémoslo.

Puede parecer que si se sostiene que las teorías son susceptibles de verdad o falsedad, realismo semántico, entonces se presupone, desde una teoría extensional del significado, que los términos del vocabulario teórico refieren a una entidad inobservable, realismo ontológico. No obstante, como lo ha señalado Hacking en su libro *Representar e intervenir* (1983, p. 45¹⁴), se puede ser un realista semántico y un instrumentalista ontológico. Se puede sostener que una teoría es un resumen de relaciones de dependencia entre sucesos y propiedades observables traducibles a enunciados de observación. De modo que, los términos teóricos, tales como ‘átomo’, ‘partículas’, etc., deben ser interpretados como una taquigrafía de un complejo suceso observable, no como designando una realidad física no observable. P.ej., el término “fuerza”, no debe interpretarse literalmente como refiriendo un objeto de un sistema real, sino como un resumen taquigráfico de un complejo supuesto observable compuesto por masas, distancias y velocidades. Vale resaltar que la condición, o truco, para aceptar esta interpretación, es que las afirmaciones de una teoría pueden considerarse verdaderas o falsas, mientras no se les otorgue un valor literal. A fin de distinguir posturas, podemos siguiendo a Nagel (*Cfr.* 1961., p. 118) denominar a este enfoque como *Concepción descriptivista de las teorías*.

Conclusión general respecto de la dicotomía instrumentalismo/realismo. Algunos textos definen la Concepción Heredada como una posición instrumentalista teórica, y fundan la base de la dicotomía observacional/teórico en ese supuesto rechazo. Un caso puntual, sin duda no el único, es el que hemos trabajado respecto a Giere. Por otro lado, algunos textos generan confusiones al presentar la dicotomía exclusivamente en términos de un debate

¹⁴ Para instanciar su afirmación Hacking presenta a B. Russel. Dice “Hace tiempo Bertrand Russell nos mostró cómo se podía hacer esto. En ese tiempo él no estaba preocupado por la verdad de las teorías, sino que estaba preocupado por las entidades no observables. Pensó que podíamos usar la lógica para reescribir una teoría, de tal manera que las supuestas entidades aparecieran como construcciones lógicas. El término “quark” no se refería a quarks, sino que sería una abreviatura, por medio de la lógica, de una expresión compleja que sólo haría referencia a los fenómenos observados. Russell, pues, era un realista acerca de teorías, pero un antirrealista acerca de entidades.” (1983), p. 45.

ontológico respecto de las entidades inobservables. Es el caso de Frederick Suppe, quien tilda erradamente a Schlick de instrumentalista ontológico (Cf. 1974, p. 55. Es una nota a pie de página), por supuesto, los planteamientos del instrumentalismo de Schlick que hemos presentado, respecto de su interpretación del problema de la inducción, claramente se dirigen contra un realismo semántico y a favor de un realismo ontológico. La conclusión es obvia, en la Concepción Heredada pueden encontrarse múltiples interpretaciones respecto de la polémica realismo/instrumentalismo. Hemos procurado mostrar que dichas interpretaciones dependen, de que se acepte o no una interpretación literal entre los términos de una teoría.

4.5 ¿Qué está mal en la Concepción Heredada de las teorías?

El objetivo de este apartado, es puntualizar algunos defectos de la Concepción Heredada de las teorías. Por tanto, no es más que una descripción de algunas críticas que se le han hecho a este enfoque prevaleciente a lo largo de una buena parte del siglo pasado. Siguiendo a van Fraassen (Cf. 1989, p. 218), considero que hay, cuando menos, dos conceptos distintos de inadecuación: *inconsistencia*, una contradicción al interior del sistema; *inadecuación empírica*, no hay un conjunto de fenómenos que se ajustan al sistema. Ambos tipos de inadecuación pueden encontrarse en la Concepción Heredada. En esta sección me concentro sobre las siguientes dificultades: a) *la inconsistencia* que se genera a partir del error categorial de *la dicotomía observacional/teórico*; b) *la inadecuación empírica* que se genera al *confundir una teoría con su formulación*.¹⁵

a) *La inconsistencia de la dicotomía observacional/teórico.*

La imagen de teoría científica desarrollada por la Concepción Heredada, divide el vocabulario de la ciencia en dos clases, el que se compone de términos observacionales y el que se compone de términos teóricos. Recordemos que los primeros refieren a entidades o propiedades de entidades directamente observables, mientras los segundos no. Sin embargo, traslapar una distinción entre entidades observables y no observables, a partir de una distinción sintáctica entre términos V_T y V_O , es un absurdo. Siguiendo la reflexión de

¹⁵ Vale precisar que más que un análisis profundo o totalitario sobre el tema, ofrezco una somera presentación respecto a dos críticas. El interesado en más, puede examinar el clásico trabajo de Frederick Suppe (1974).

van Fraassen, en su texto *La imagen científica* (1980), mientras no se abandone la negación, es posible formular con términos descriptivos que corresponden a un V_O , la existencia de entes no observables:

En tanto que no abandonemos la negación, será pues posible formular en el vocabulario observacional (sin importar cómo se conciba) que hay entes no observables y, hasta cierto punto, decir cómo son. La teoría cuántica, en la versión de Copenhague, implica que hay cosas que a veces tienen una posición en el espacio, y otras veces no. Ésta es una consecuencia que he formulado sin utilizar un solo término teórico. La teoría de Newton implica que hay algo (el espacio absoluto) que ni tiene una posición ni ocupa un volumen. (van Fraassen, 1980, p. 78).

Adviértase que los términos descriptivos que figuran en la expresión “hay algo (el espacio absoluto) que ni tiene una posición ni ocupa un volumen” pertenecen al vocabulario observacional, según la Concepción Heredada. La forma lógica del enunciado permite ver esto con mucha facilidad.

$$- \exists x \sim(Px) \wedge \sim(Vx)$$

La constante predicativa P equivale a la expresión “tiene posición”, y V a “ocupa un volumen”, desde luego x es la variable en cuestión. (Px) y (Vx) son términos descriptivos, mientras la negación, la conjunción y el cuantificador lógico son términos lógicos. Ahora, los términos descriptivos “tiene posición” y “ocupa un volumen”, pertenecen, según la propuesta de la Concepción Heredada, a términos V_O , porque refieren a algo observable; lo que ocupa un volumen y una posición puede verse. Pero, basta con anteponer la negación lógica, que no pertenece al vocabulario descriptivo sino al lógico, para que los términos refieran a una entidad no observable.

El resultado, es que se afirma a través de un vocabulario de observación que hay algo en el mundo externo que no puede ser observado. No se pone en duda la existencia de la realidad a partir de este artificio lingüístico. Esto refleja lo inútil de la supuesta distinción sintáctica entre V_T y V_O , pues la expresión observable “hay algo que ni tiene una posición ni ocupa un volumen”, en su referencia, es equivalente a la expresión teórica *espacio absoluto* de la teoría newtoniana, aunque, según la distinción de la Concepción Heredada, pertenecen a

distintos lenguajes; mientras la primera expresión debería pertenecer a los *T/O*, a saber, las consecuencias observables de *T*, la segunda no. Estaremos de acuerdo, además, que aunque la expresión reformulada, según el criterio sintáctico desarrollado, debe pertenecer a *T/O*, en absoluto es una consecuencia observable de la teoría; no es algo que pueda contrastarse vía una experiencia directa. Dice van Fraassen:

En el enfoque sintáctico, la distinción entre verdad y adecuación empírica se reduce a algo trivial y absurdo, y es difícil decir si lo uno o lo otro. Lo mismo equivale para la equivalencia empírica. (*Ibíd.*, p. 79).

El problema de fondo, es que hay una confusión categorial entre dos tipos de dicotomía en la Concepción Heredada: una ontológica, entre tipos de entidades, observables e inobservables; y una lingüística, entre tipos de lenguaje, teórico y no-teórico. Una intuición que tengo al respecto, pero no desarrollaré en absoluto aquí, es que esta confusión encuentra raíces en conceder una proporción excesiva a ideas propias del denominado giro lingüístico. El resultado fue, conferir distinciones ontológicas al lenguaje, con el fin de soportarse en el análisis lógico de este último.

Esto puede parecer un detalle pequeño, pero separa la distinción en dos preguntas: ¿Podemos dividir nuestro lenguaje en una parte teórica y una no teórica? Y, por otro lado, ¿podemos clasificar objetos y eventos en observables e inobservables? (*Ibíd.*, p. 30).

La reformulación de entidades inobservables en términos observables, refleja inconsistencias internas en la imagen propuesta por la Concepción Heredada.

b) La inadecuación empírica de confundir entre una teoría y su formulación.

La Concepción Heredada de las teorías científicas ha sido el foco de múltiples y diversas críticas. Sin embargo, el mayor legado que subsiste respecto de esta Concepción, hasta entre los que más se han opuesto a ella, es la de considerar las teorías científicas como un conjunto de entidades lingüísticas, quizás no sistemas axiomáticos, pero sí algo similar a conjunto de enunciados organizados jerárquicamente. No obstante, hay una crítica que se dirige contra este *enfoque enunciativo* de las teorías científicas.

En nuestro lenguaje común, usamos enunciados que consideramos lógicamente equivalentes, en tanto dicen lo mismo acerca de lo mismo, p. ej., “Juan no está casado” o “Juan está soltero”. De igual modo, los científicos recurren a distintos tipos de formulaciones para hablar de una misma teoría, existe la formulación lagrangiana y hamiltoniana de la mecánica clásica de partículas. Sin embargo, si hemos de definir una teoría como un conjunto de enunciados, tendríamos que sostener que en lugar de dos formulaciones de una misma teoría, tenemos dos teorías distintas, en tanto tenemos dos conjuntos de enunciados; los de la formulación lagrangiana y los de la hamiltoniana. En este mismo hilo argumentativo, este asunto puede tornarse más absurdo, si nos cuestionamos qué hacer al encontrar una teoría formulada en distintos idiomas Supongamos una teoría formulada primero en inglés y luego traducida al español. La formulación inglesa y la castellana constituyen colecciones diferentes de enunciados. Entonces la traducción de una teoría produciría una nueva teoría ¿debemos acaso sostener que tenemos distintas teorías? Tan pronto pensemos en una teoría, como algo que puede ser expresado lingüísticamente, nos topamos con una paradoja metalingüística que plaga la concepción lingüística. Creo que la respuesta evidente a nuestra pregunta es no. Preferimos decir que tenemos dos formulaciones de una misma teoría a sostener que tenemos dos teorías. Del mismo modo que dos enunciados pueden ser lógicamente equivalentes cuando dicen lo mismo acerca de lo mismo, si se considera que el objetivo de una teoría es dar cuenta del comportamiento de determinada clase de fenómenos, dos conjuntos de enunciados lógicamente equivalentes no son más que dos formulaciones distintas de una misma teoría.

En consecuencia, los principios de una teoría no son, estrictamente hablando, componentes de la misma, sino más bien componentes de una formulación concreta de aquella; y formulaciones distintas de una teorías emplearán principios teóricos distintos. (Suppe, 1974, p. 309-310).

Sumado a lo dicho, nuestro modo de hablar insinúa esta confusión, pues locuciones como ‘¿cómo formulamos una teoría?’ distinguen ésta del modo de formularla; si una teoría debe ser considerada como una entidad referida mediante un conjunto de enunciados se debe poder distinguir de éstos. Un enfoque enunciativo no permite distinguir entre una teoría y su formulación.

Capítulo 5. LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA DE LAS TEORÍAS

En los años sesenta se cristaliza una concepción realmente novedosa respecto de la individuación de las teorías científicas, denominada *Concepción Semántica de las Teorías*. Actualmente domina la reflexión filosófica. La originalidad del enfoque reside sobretudo en desechar la idea de que las teorías se componen de conjuntos de enunciados, y postular como noción central que las teorías están formadas por *modelos*. Recordemos que los problemas atinentes al lenguaje mediante el que se formulan las teorías, fueron el foco de las distintas reflexiones desarrolladas por la Concepción Heredada, e incluso por la propuesta epistemológica de Popper y la de las corrientes historicistas; aun con sus notables e insuperables diferencias intentaron descubrir la naturaleza de las teorías científicas a través del análisis de sus formulaciones lingüísticas. Esta situación revela la radical innovación del nuevo enfoque al desatender los aspectos relacionados únicamente con el lenguaje y centrarse sobre la noción de modelo.

La *Concepción semántica de las teorías*, en palabras de Moulines, plantea como lema:

Presentar una teoría no es presentar una clase de axiomas, las teorías no se identifican metateóricamente con conjuntos de enunciados; presentar una teoría es presentar una clase de modelos, las teorías se identifican metateóricamente como conjuntos de modelos (Moulines, 1997, p. 328).

Sin embargo, dice van Fraassen “De ahí que aun cuando una teoría se exponga siempre presentando una clase de modelos (estructuras), no podamos identificar aquella con ésta (...) Así que la teoría tiene al menos que incluir algo más...” (Cf., 1985, p. 26). La caracterización simple de la Concepción Semántica de las teorías plantea que éstas se encuentran constituidas por dos elementos: (1) una población de modelos teóricos, que son estructuras abstractas que *representan* sistemas reales; y (2) diversas hipótesis teóricas, que son proposiciones que identifican los modelos teóricos con sistemas de la realidad (Cf. Giere, 1988, p. 109; o van Fraassen, 1989, p. 222).

En este apartado, procuro realizar una exposición de la estructura de las teorías científicas tal como se propone en el enfoque en cuestión. No obstante, a fin de atisbar la afirmación de que la Concepción Semántica deja de lado los problemas atinentes al lenguaje mediante

el que se formulan las teorías, al concentrarse en los modelos, comienzo por clarificar por qué a la concepción heredada suele adjetivársele de sintáctica, mientras a esta nueva concepción de semántica. Luego, procedo con el cometido de este apartado. Finalmente, realizo una comparación en torno a las diferencias entre este nuevo enfoque y la Concepción Heredada.

5.1 Sintaxis y semántica

Tanto el término *sintaxis* como *semántica* proceden de los análisis sobre problemas concernientes al lenguaje. Cuestión que exhibe, en muy buena medida, la influencia que la filosofía del lenguaje ha tenido sobre los análisis metacientíficos propios de la filosofía de la ciencia. Aunque no exclusivamente sobre ella. Es posible encontrar en los discursos sobre moralidad y también sobre los de derecho, una gran influencia de la filosofía del lenguaje, a través de las reflexiones sobre los actos de habla, por mencionar un influjo más. La filosofía del siglo XX es famosa por el denominado giro lingüístico, en el que la filosofía del lenguaje ha ganado la plaza central por examinar *la primera palabra*. Para nuestro interés lo imperioso es comprender cómo estos conceptos se entienden en la filosofía de la ciencia.

Es común caracterizar como sintáctica la siguiente relación “*la proposición q se sigue lógicamente de la proposición p , luego si asumimos p y aplicamos reglas de deducción en un número finito de pasos, conseguimos q* ”, en razón, de que en ella sólo se establecen relaciones entre términos al interior de un lenguaje; las proposiciones p y q , y la relación de *implicación* entre éstas. De modo similar, la Concepción Heredada de las teorías hace hincapié en la relación entre axiomas y consecuencias, es decir, teoremas. Igual que al modo en que en las relaciones sintácticas los análisis se centran en las relaciones intralingüísticas, en la concepción heredada de las teorías lo central son los axiomas, leyes teóricas, de los que se considera se deducen todos los teoremas, leyes empíricas. En ambos casos las consecuencias sólo tienen que ver con relaciones entre expresiones, es decir, relaciones intralingüísticas entre los signos de un lenguaje, dicho de otro modo, tienen que ver con la sintaxis de un lenguaje.

Por otro lado, la concepción semántica centra su énfasis en la noción de modelo, una noción esencialmente semántica, en tanto, en un sentido amplio, éste es una estructura en la que resultan verdaderos un conjunto de principios. Recordemos, p. ej., que en el caso de los lenguajes desinterpretados, interpretarlos es asociarles una referencia y que la semántica es la encargada de analizar las relaciones en las que se vincula un universo de discurso, cuando las expresiones ya no figuran como un sistema cerrado entre sí, sino que refieren. De modo que, al enfatizar en la noción de modelo, la nueva propuesta, se exhibe como substancialmente semántica, pues cuando el lenguaje vincula la referencia pertenece al dominio de, excútese la redundancia, la semántica. Un modelo, es justamente una estructura que satisface todos los axiomas de un lenguaje, en el sentido que resultan verdaderos en él, no importa si lo hace como una entidad matemática o una clase de objetos físicos, en cualquier caso es algo no lingüístico, es una clase de objetos referidos y no de declaraciones referentes. Finalmente, vale distinguir el dominio de la pragmática en el lenguaje, ésta estudia los usos y efectos de los signos en relación con los usuarios. En las diversas concepciones semánticas de las teorías, aquellas posturas que sostienen el constructivismo muestran una fuerte inclinación hacia el pragmatismo. Insisten, en que sobre la base de los propósitos de los individuos se determinan los aspectos de una representación.

Pero, ¿qué implica la orientación hacia los modelos? En principio, y es lo que procuramos aclarar con este rodeo, un desinterés respecto de los problemas atinentes sólo a las preocupaciones lingüísticas, pues una teoría ya no es considerada un conjunto de oraciones. De modo que, las divisiones entre tipos de vocabulario (lógico, teórico, observacional); enunciados (teóricos, observacionales, mixtos), reglas de formación, etc., que resultan del mero análisis del lenguaje usado para formular una teoría, no son interesantes, pues en la nueva tendencia un mismo modelo, una misma estructura, puede admitir diferentes formulaciones, cada una de las cuales puede ser concebida como una colección distinta de enunciados. Esto, libra la nueva concepción de la dependencia lingüística que se presentó al enfoque desarrollado por la Concepción Heredada, que se origina al confundir una teoría con su formulación en un lenguaje dado.

El enfoque sintáctico de las teorías identifica una teoría con un cuerpo de teoremas formulados en un lenguaje particular escogido para la expresión de esta teoría. Esto debe contrastarse con la alternativa de presentar, en primer lugar, una teoría por medio de la identificación de una clase de estructuras como sus modelos. En este segundo enfoque, el semántico, el lenguaje utilizado para formular una teoría no es único ni básico; la misma clase de estructuras podrían muy bien describirse de maneras radicalmente distintas, cada una con sus limitaciones propias. Los modelos son el centro de atención. (Van Fraassen, 1980, p. 66)

5.2 Individuación estándar de las teorías en la Concepción Semántica

La concepción semántica, tiene un esquema simple para delinear, en principio, la estructura de una teoría, presentar una teoría es: 1) determinar una población de estructuras, denominadas *modelos*, y 2) una o más *hipótesis* que especifican ciertos modelos como candidatos para *representar* sistemas reales. Desde esta definición “una ‘pequeña’ teoría podría por ejemplo definir una clase de sistemas mecánicos newtonianos y afirmar que nuestro sistema solar pertenece a esta clase.” (van Fraassen, 1989, p. 226). Procuremos realizar nuestra presentación analizando ambos elementos.

a) *Modelo Teórico*¹⁶

Durante los últimos treinta años en la filosofía de la ciencia, aunque no sólo en ella, se viene desplegando un gran interés en la noción de modelo. Si bien no es una preocupación nueva se vuelve cada vez más central. La voluminosa bibliografía desarrollada en los últimos años en torno a éstos, es un testimonio diáfano de la situación. Desafortunadamente, el auge de algunos conceptos lleva a una multiplicidad incontrolada de usos que recae en una profusión de nociones diferentes que se agrupan bajo una misma etiqueta. Frente a esta situación tenemos la tarea de comprender la noción de modelo teórico de la Concepción Semántica.

Permítanme comenzar con una clara distinción desarrollada por Jesús Mosterín, en la que señala dos usos fundamentales y contrapuestos de la palabra “modelo” en nuestro lenguaje

¹⁶ Empleando la terminología de Giere, calificamos como teóricos a los modelos usados en las teorías. (Cf. 1988, p. 103).

ordinario (Cf. 1984, p. 249-253). Cuando un pintor realiza una pintura sobre determinado objeto, en muchas ocasiones, ese objeto pintado es considerado el modelo de la pintura. Así encuentran sentido cuestionamientos como ‘¿quién ha sido el modelo de la pintura?’. Algo similar pasa con la fotografía, en donde el modelo es considerado aquel agente cuya imagen queda estampada en la foto. A fin de establecer este primer uso, podemos emplear la siguiente forma:

(1) *X* usa *Y* para representar *Z*

Que permite distinguir con claridad el objeto a representar del medio de representación. La forma (1) puede ser instanciada de los siguientes modos: *X* puede ser un pintor, un fotógrafo, etc., *Y* una pintura, una foto, etc., y *Z* el sujeto, objeto, etc., representado. En este uso, el modelo está del mismo lado que lo representado, es decir, *Z* que es el sistema en el que se cumple lo que plantea la representación *Y*, es el modelo. No obstante, otras veces se emplea el término para distinguir el extremo opuesto de la relación, es decir, no a lo representado sino al medio de representación. P. ej., en arquitectura, una maqueta es considerada el modelo de una construcción; al realizar un barco, se genera un modelo o prototipo que lo representa. Tenemos entonces que la forma (1) puede ser instanciada también del siguiente modo: *X* puede ser un arquitecto, un ingeniero naval, etc., *Y* una maqueta, un prototipo a escala, etc., y *Z* el objeto, sistema, etc., representado. En contraste con el uso anterior, en éste, el término está del lado de la representación, es decir, *Y* que es la representación del sistema *Z*, es el modelo.

Respecto a la forma (1) el vocablo ‘modelo’ puede ser usado para interpretar tanto a la variable *Y* como a *Z*. Algo, desde luego, no ventajoso. Para nuestros intereses, esta radical polisemia de este vocablo en el lenguaje coloquial, también se ha trasladado a los análisis metacientíficos de la filosofía de la ciencia. Se emplea el término ‘modelo’ para aludir aquello que es denotado por la teoría, pero también para referir la forma en que se presentan las teorías. Así, en un enfoque enunciativo como el planteado por la Concepción Heredada, elaborar una teoría respecto de un sistema es desarrollar un conjunto de enunciados, ecuaciones, fórmulas, esquemas, etc., que describen adecuadamente el funcionamiento del sistema, explican lo que ha ocurrido en él y, también, predicen lo que pasará en éste. El enfoque identifica una teoría con un conjunto de enunciados. En esta

concepción, las variables de las fórmulas refieren directamente a los individuos del sistema, y los conceptos que se aplican a éstos son relaciones y funciones del mismo. Si el sistema actúa tal como lo indica la teoría, si se cumple en él lo que ésta dice, si lo *satisface*, éste es un modelo de ella. Sobre la otra mano, en el enfoque semántico se pone el énfasis en la representación, y se considera modelo un objeto abstracto construido para *representar* un sistema del mundo mucho más complejo. El común ejemplo de los modelos como medios de representación es el de los mapas. Éstos representan una serie de relaciones y descuidan otras tantas, p.ej., pueden plantear líneas en lugar de calles y desatender la altura de los edificios. En este caso, tenemos un objeto material simple que sirve para representar un sistema mucho más complejo al privilegiar ciertos individuos y relaciones del sistema y descuidar otras.

Mosterín propone emplear la locución “*ser modelo de...*” para distinguir el primer uso y “*servir de modelo de...*” para el segundo. Pero, si bien la distinción es útil para exponer dos usos del término modelo, a partir del trabajo que con éstos se realiza; *satisfacer* o *representar*, éstas son actividades bastantes generales para caracterizar el uso de la noción de modelo teórico en el enfoque semántico de las teorías. Permítanme ilustrar el rango y variedad de los modelos representacionales e instanciales, presentando una taxonomía de cinco categorías de modelos presentada por Thomson-Jones (2004). Los presenta referenciando algún autor que los sostiene.

1. *Mapa hacedor de verdad*: un modelo como un bosquejo de ciertas partes de un lenguaje que proveen una interpretación para, y hacen verdad, alguna clase de oraciones de ese lenguaje (Enderton)
2. *Estructura hacedora de verdad*: un modelo como una estructura no lingüística (en general) que proporciona una interpretación para, y hace verdaderas, un conjunto de sentencias. (Tarski).
3. *Modelo matemático*: un modelo como una estructura matemática usada para representar un (tipo de) sistema en estudio. (Suppes, van Fraassen)

4. *Modelo proposicional*: un modelo como una clase de proposiciones, en el que los miembros en conjunto, forman una representación de un (tipo de) sistema en estudio. (Achinstein, Redhead)¹⁷
5. *Modelo físico*: un modelo como un objeto real, físico concreto usado para representar un (tipo de) sistema en estudio. (Boltzmann). (Cf., 2004, p. 2).

Siguiendo el análisis de Thomson-Jones, cada uno de los cinco tipos de modelos puede ser reconocido a partir del trabajo que realizan y la clase de entidad que son. Respecto al tipo de entidad que son, tenemos que 1, 2, 3 y 4 son entidades no-concretas mientras 5 es concreta. En torno al tipo de función que realizan, tenemos que 1 y 2 proveen una interpretación para cierta clase de sentencias, mientras que 3, 4 y 5 representan un sistema o tipo de sistema en estudio. El desenlace es simple, tanto los modelos que representan como los que satisfacen abarcan una categoría heterogénea.

Permítanme acudir de nuevo a Thomson-Jones. En su artículo *Models and the Semantic View* (2006), realiza un análisis de la noción de modelo del enfoque semántico, diferenciando dos tipos de Estructuras hacedoras de verdad, en su terminología *interpretes serios* (*serious interpreters*) y *ajustados a meras descripciones* (*mere description fitters*). Los del primer tipo, son modelos semánticos que hacen verdaderos una clase de enunciados desinterpretados, es decir, un sistema de símbolos que no tienen asociado un universo del discurso. Encuentran su raíz en los trabajos de Tarski sobre la semántica de lenguajes de primer orden. Mientras el segundo tipo, son modelos que hacen verdaderos a una clase de sentencias interpretadas de determinado lenguaje científico ordinario (Cf. *ibíd.* p. 527). Procuremos analizar más de cerca el criterio de distinción respecto de estos dos tipos de estructuras hacedoras de verdad. Los ejemplos, que presento a continuación han sido tomados del artículo *La Noción de Modelo en el Enfoque Semántico de las teorías* (2010) de Germán Guerrero Pino. Escrito al que debo en gran medida, mi modo de entender estas distinciones.

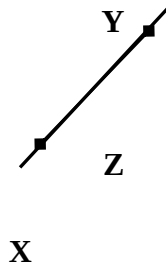
Consideremos el enunciado desinterpretado:

¹⁷ El mismo Thomson-Jones es una autor que defiende este tipo de modelos (Cf., Thomson-Jones, 2012).

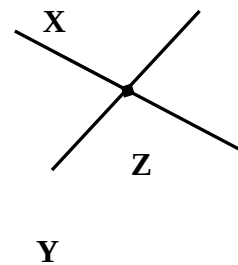
(1). Para todo x, y [si $[x$ es un P_1 e y es un $P_1]$ entonces, para algún z [z es un P_2 e $I(x, z)$ e $I(y, z)]]$ ¹⁸

que pertenece a un lenguaje de primer orden, es decir, un lenguaje formal con cuantificadores que ligan únicamente a variables que refieren a individuos, y con predicados y funciones cuyos argumentos son sólo constantes o variables del individuo. Y consideremos también las estructuras (1) y (2), compuestas por los individuos **X**, **Y** y **Z**, y la relación que hay entre ellos.

Estructura (1)



Estructura (2)



Es posible proveer una interpretación para el enunciado (1) en la estructura (1), es decir, asociar a los individuos y relaciones de ésta las constantes descriptivas del enunciado; podemos interpretar las relaciones monarias P_1 como los puntos **X** y **Y** de la estructura y P_2 como la recta **Z**, y la relación binaria I como la relación factual ‘cae sobre’. Puesto que podemos realizar esta interpretación, la estructura (1) satisface el enunciado (1); lo hace verdadero en ella. En este caso, decimos que la estructura (1) es un modelo semántico del enunciado (1). Una tarea similar puede emprenderse con la estructura (2), invirtiendo la interpretación, asociando a las relaciones monarias P_1 las rectas **X** y **Y** de la estructura, a P_2 el punto **Z**, y a la relación binaria I el ‘contener a’. De nuevo, como la estructura (2) satisface el enunciado (1) respecto a las asignaciones provistas, es considerada un modelo semántico de éste.

A fin de precisar la distinción entre los dos tipos de estructuras hacedoras de verdad, advirtamos que este primer tipo, el modelo semántico, es una estructura que se vincula a un lenguaje particular desinterpretado proporcionándole interpretaciones posibles. Los símbolos de dicho lenguaje no denotan, no tienen referencia fija, por tanto pueden

¹⁸ Advértase que empleamos el primer axioma, con el que Carnap reconstruye el sistema euclidiano de las paralelas.

interpretarse a posteriori de diversos modos, como lo hemos hecho primero con la estructura (1) y posteriormente con la (2).

Analicemos el segundo tipo de estructuras hacedoras de verdad, los modelos *ajustados a meras descripciones*. Consideremos el enunciado interpretado:

(2). Toda resistencia se calienta cuando pasa una corriente a través de ella.

Sean C_1 y C_2 dos circuitos eléctricos particulares. El primero con una resistencia R_1 por la que pasa una corriente eléctrica I_1 , el segundo con una resistencia R_2 por la que pasa una corriente eléctrica I_2 . Podemos decir que ambos circuitos eléctricos C_1 y C_2 son modelos del enunciado (2), si las resistencias R_1 y R_2 se calientan cuando las corrientes I_1 y I_2 transitan a través de ellas, respectivamente. Sin embargo, aunque hay un ejercicio de asignación de estructuras similar al realizado en el enunciado desinterpretado (1), a diferencia de éste, el enunciado (2) está interpretado no por el simple hecho de que se le asocie un sistema particular, sino porque pertenece al lenguaje científico ordinario; aun sin gozar de una referencia específica, como los individuos de los circuitos C_1 y C_2 , los términos que lo componen están interpretados, en el sentido de que a medida que cambiamos de un circuito a otro, el significado de los términos ‘resistencia’ y ‘corriente’ están fijados a priori, poseen un posible dominio de discurso bien determinado. En conclusión, mientras un *intérprete serio* ofrece una estructura que satisface un enunciado desinterpretado, invocando la noción de modelo semántico; un modelo *ajustado a meras descripciones* proporciona una estructura para una sentencia interpretada, sin invocar la noción de modelo semántico.

Esta distinción entre tipos de modelos hacedores de verdad, es vital para la caracterización de la noción de modelo teórico, propio del enfoque semántico, que pretendemos. Pues los defensores de este enfoque los emplean con regularidad en los discursos filosóficos sobre la ciencia. P. ej., Ronald Giere alude a este tipo de modelo cuando escribe:

La relación entre ciertas ecuaciones (interpretadas adecuadamente) y su modelo correspondiente puede describirse como una relación de caracterización, o incluso como una definición. En este caso incluso podríamos hablar apropiadamente de “verdad”. Las ecuaciones interpretadas son *verdaderas* del modelo correspondiente. (...) Las ecuaciones

describen verdaderamente el modelo porque éste se define como algo que satisface exactamente las ecuaciones (1980, p. 103)¹⁹.

En contraste con las estructuras hacedoras de verdad -en cualquiera de sus dos variables-, los modelos representacionales no tienen como función principal la interpretación de un conjunto de sentencias desinterpretadas o interpretadas, sino *representar* adecuadamente un sistema abstracto o real. Pero ¿si hay una profusión de conceptos diferentes que se agrupan bajo la misma etiqueta qué tipo de modelo es el usado en el enfoque semántico de las teorías para llevar a cabo esta representación? O en otros términos ¿qué tipo de modelo representacional es el usado en el enfoque semántico de las teorías? En tanto una teoría es una entidad abstracta, lo primero que tenemos es que los modelos teóricos no son entidades concretas sino abstractas. Van Fraassen expresa que éstos son *estructuras matemáticas* “los modelos son estructuras matemáticas, llamados modelos de una teoría sólo en virtud de pertenecer a la clase definida de los modelos de la teoría” (1989, p. 366); también Guerrero Pino los identifica con este tipo de estructuras, “en el EST los modelos hay que entenderlos como estructuras matemáticas que representan aspectos de cierta parcela de la realidad.” (2010, p. 177²⁰).

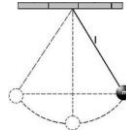
Precisemos la noción de modelo matemático, “De manera más precisa, la estructura $\mathcal{A} = \langle A, \langle a_1, \dots, a_i \rangle, \langle f_1, \dots, f_i \rangle, \langle R_1, \dots, R_i \rangle \rangle$ es una estructura matemática cuando el universo A son objetos matemáticos y las funciones f y las relaciones R también son matemáticas” (Guerrero, 2010, p. 177). Es decir, si entendemos por modelo una estructura (D, R) en la que los principios de un lenguaje resultan verdaderos, tenemos una estructura matemática cuando el dominio D de individuos son entidades matemáticas y las respectivas relaciones R de éstos, también son matemáticas.

Examinemos la definición a partir del análisis de los siguientes tres tipos de entidades y sus respectivas relaciones:

¹⁹ Giere no distingue entre estos dos tipos de modelos hacedores de verdad, mantiene un uso indistinto entre éstos. Sin embargo, en tanto es posible distinguir estos dos tipos de estructuras hacedoras de verdad, claramente podemos advertir cómo alude a modelos *ajustados a meras descripciones*; habla de ecuaciones interpretadas.

²⁰ En el artículo citado se emplea la sigla EST como apócope para referir el enfoque semántico de las teorías.

$$T = 2\pi\sqrt{l/g}$$



Entidad (1)

Entidad (2)

Entidad (3)

La entidad (1) es lingüística, una ecuación matemática que se compone de un conjunto de signos y reglas de formación propios del lenguaje matemático; la entidad (2) es una estructura abstracta de carácter matemático (precisaré las razones del calificativo en un momento); finalmente, la entidad (3) es empírica, un objeto físico que ocupa un espacio y un tiempo determinado.

La relación entre la entidad (1) y la (2) es instancial, en tanto esta última es un modelo de la primera; una estructura que satisface la ecuación lingüística. No obstante, es conveniente advertir dos detalles. Primero, en tanto la entidad (1) es una sentencia interpretada -los signos que emplea pertenecen al lenguaje matemático y tienen un dominio de referencia fijado-, la entidad (2) es un modelo *ajustado a meras descripciones*. Segundo, el enunciado lingüístico mediante el que se refiere la entidad (2) no es único ni básico; no hay una relación biunívoca, pues ésta puede ser descrita por otras sentencias. Tenemos entonces, que aunque una teoría, en el caso puntual una ley, se presenta en y por el lenguaje, esto resulta un punto trivial en el enfoque semántico, es simplemente el resultado de que cualquier comunicación efectiva proceda del lenguaje. Por otro lado, la relación entre la entidad (2) y la (3) es de representación, algunos elementos de la primera se *identifican* con elementos de la entidad real, de tal forma que los cálculos que se realizan sobre ella son útiles para aplicarse a esta última. Decimos que la entidad (2) es una estructura de tipo matemático porque aun cuando sus elementos y relaciones no están presentados en término de números, los incluye en el sentido de que para identificarla con el comportamiento de la entidad real (3), debemos asignarle valores numéricos con los que podamos precisar alguna característica dada de los individuos que conforman la entidad (3). Es decir, precisamos valores para especificar con ellos magnitudes que conferimos a ciertas propiedades de los objetos reales. Es el cálculo que realizamos con esos valores, los que permiten que el modelo matemático represente un proceso físico y cambios cuantitativos de un sistema real.

La figura (1) exhibe que una misma entidad abstracta, en este caso el modelo matemático – entidad (2)-, puede verse desde la perspectiva de la *satisfacción* de ciertas condiciones de definición y así jugar el papel de modelo ajustado a meras descripciones, o desde la perspectiva de su capacidad de *representación* de otro objeto, empírico o abstracto²¹. Esto implica que la noción de modelo abordada en el enfoque semántico de las teorías, no reside únicamente en la identidad de éstos, sino también en el lugar en el que se pone el énfasis. No niego que haya una distinción de identidad, pues es evidente que hay tipos de modelos, caso de los modelos concretos o abstractos.

No obstante, si lo que se busca con una teoría -en el caso puntual de nuestro ejemplo, una ley-, es dar cuenta del comportamiento de determinada clase de fenómenos, tenemos que esta pretensión se logra con la representación que la estructura matemática (entidad (2)) realiza del sistema real (entidad (3)), y que el enunciado lingüístico (entidad (1)) tan sólo es el medio por el que se determina la estructura matemática. Lo que se debe prever es el fin con el que se construyen estos modelos. No los buscamos para satisfacer simplemente leyes, contar con una población de modelos en sí no es suficiente para comprender el mundo natural. Lo especial sobre los modelos es que son modelos de algo “Lo que es especial sobre los modelos es que están diseñados para que elementos del modelo puedan ser identificados con características del mundo real. Esto es lo que hace posible usar modelos para representar el mundo” (Giere, 2004, p. 747). Así, el modelo newtoniano de dos partículas con una fuerza central proporcional al producto de sus masas e inversa al cuadrado de las distancias que las separa, tiene valor en tanto se identifica p. ej., con el sistema Tierra-Luna. Su valor está en ser útil para representar las posiciones y velocidades de la Tierra y la Luna. Los modelos son *representaciones epistémicas* de la realidad. Encuentran su función en la medida que ostentan atributos semejantes a cosas diferentes a ellos.

Thomson-Jones (2012) ha presentado críticas a la Concepción Semántica de las Teorías, que se fundan especialmente en la identificación de los modelos teóricos con modelos

²¹ La distinción de este doble rol de los modelos en la concepción semántica de las teorías, puede encontrarse en León Olive (1985), bajo la terminología *modelos de satisfacción* y *modelos icónicos*. No obstante, su diferencia es menos fina que la desarrollada aquí, en torno a los tipos de modelos representacionales y hacedores de verdad.

matemáticos. Asimilación en la que insiste van Fraassen, recogiendo la postura de Patrick Suppes, y que también hace Guerrero. En su crítica, exhibe un conjunto de modelos propios de la biología que no emplean elementos matemáticos. Dice:

...típicamente los libros de texto de biología, van a presentar, igualmente, modelos no matemáticos de los diversos orgánulos dentro de la célula, tales como la mitocondria. Y más importante, es que el uso de modelos no matemáticos no se limita a los contextos pedagógicos. Por ejemplo, en la teoría evolutiva (...). En las ciencias de la tierra, están los modelos de Wegener de la deriva continental (...), y áreas de la psicología como la neuropsicología cognitiva están repletas de modelos no matemáticos (2012, p. 763).

Sin embargo, en absoluto es necesario para la Concepción Semántica de las teorías, equiparar los modelos teóricos con modelos matemáticos. Siguiendo a Giere,

Es tentador asimilar tales modelos a entidades matemáticas, ya que su estructura abstracta se caracteriza matemáticamente ($F = -kx$). Pero esto no funcionaría para todos los modelos abstractos. Los modelos geológicos de las placas tectónicas son igualmente abstractos pero cualitativos (2010, p. 278)

La asimilación de van Fraassen y Guerrero, de los modelos teóricos con modelos matemáticos, más que deberse a un desconocimiento de la existencia de modelos no matemáticos en las teorías científicas, se debe a los intereses que ambos tienen por los modelos teóricos de la física, modelos que están matematizados²². Y respecto de los cuales, precisarlos como modelos matemáticos resulta ser una ventajosa aclaración.

Pero, respecto a la pregunta ontológica general por los modelos teóricos, en absoluto tenemos que identificarlos exclusivamente con modelos matemáticos. Tenemos un modelo, el teórico, que con respecto a su función representacional no se encuentra en la taxonomía inicial que tomamos de Thomson-Jones. Dada la diversidad de las ciencias empíricas, y por ende de las teorías de éstas, caracterizar los modelos teóricos como entidades *ontológicamente* abstractas que tienen por función *representar* entidades y relaciones de un sistema real, basta.

²² Respecto a la asimilación en Guerrero, su interés me ha sido manifestado mediante diálogos que he tenido la oportunidad de tener con él.

Por el contrario, llamo *representacional* a mi forma de comprender los modelos, porque no los tomo primariamente como proveyendo un medio para interpretar sistemas formales, sino como herramientas para *representar el mundo*. Ésta no es su única función, pero es, pienso yo, la función central de los modelos usados en la ciencia empírica. (Giare, 1999, p. 3).

En términos generales, un modelo teórico en la Concepción Semántica de las teorías, es una estructura relacional que en primera instancia *satisface*, como modelo ajustado a meras descripciones, una serie de principios o leyes, que especifican el dominio y la sucesión de relaciones de ese dominio. P. ej., en el caso de la mecánica clásica, un modelo teórico es una estructura relacional compuesta por un conjunto de partículas, un intervalo temporal, una función de posición, una función de masa y una función de fuerza, y que tiene como restricciones sobre sus individuos, las relaciones que según la mecánica clásica se dan entre estas entidades, a saber, las tres leyes del movimiento. Pero su función importante, no está en el satisfacer dichos principios o leyes, puesto que un modelo no es hecho simplemente para satisfacer un conjunto de leyes. Una teoría no es una definición. Esto implica, que en la Concepción Semántica, las leyes no tienen una realidad que vaya más allá que la dada en la comunidad científica, en donde se usan para la construcción de modelos. Lo especial sobre los modelos es que son modelos de algo, y en ese sentido son estructuras abstractas útiles para *representar* procesos físicos y distintos cambios de un sistema real.

b) Hipótesis teórica

En el intento de aplicar modelos específicos a sistemas particulares del mundo, se generan hipótesis sobre el ajuste de éstos. Tenemos el otro elemento que conforma la identidad de las teorías, a saber, las hipótesis teóricas. Permítanme precisar algunas cuestiones al respecto de estas entidades. En su ensayo *On the Question of Identification of a Scientific Theory (A Reply to "Van Fraassen's Concept of Empirical Theory" by Pérez Ransanz)* (1985), van Fraassen confesó no haber puesto cuidado respecto del cómo conciliar dos maneras en las que había estado hablando de las teorías científicas: “Por una parte, afirmo que las teorías dicen algo acerca de cómo es el mundo; y por otra parte, sostengo que exponer una teoría es exponer una clase de modelos. ¿Cómo pueden ser correctas ambas cosas?” (p. 26). Desde luego, si una teoría se presenta en la forma de un conjunto de modelos que pretenden representar adecuadamente fenómenos reales, y en sí mismos éstos

no son más que entidades abstractas, debe comprender dentro de su constitución un elemento que relacione los modelos teóricos con los sistemas reales; que afirme que hay cierto tipo de relación representacional entre el modelo teórico y el sistema real dado, o una clase de sistemas reales. El concepto introducido en la concepción semántica de las teorías para hacer explícita esta pretensión es el de “hipótesis teórica”.

Permítanme citar la definición que realiza Giere al respecto de esta entidad, “A diferencia de un modelo, una hipótesis teórica es, para mí, una entidad lingüística, a saber, una declaración que afirma algún tipo de relación entre un modelo y un sistema real dado (o una clase de sistemas reales)” (1988, p. 80)²³, y la que van Fraassen siguiendo a Giere, propone “...la hipótesis teórica (la proposición de que ciertas entidades reales en el mundo pertenecen a esta clase de sistemas, o la proposición más débil de que son aproximadamente las mismas que ciertos miembros de esta clase)” (1985, p. 27).

Las definiciones citadas, dejan claro que en las hipótesis teóricas se menciona un modelo teórico y se relaciona -de un modo representacional-, con una cierta parcela específica del mundo a la que también se alude. En aras de claridad, planteemos la forma propia de las hipótesis teóricas de un modo más abstracto, aunque más preciso. Primero, tenemos una teoría T cuya población de modelos M es $m_1, m_2, \dots, m_n$, tenemos que $M = \langle m_1, m_2, \dots, m_n \rangle$. Segundo, sea S un sistema de la realidad explícitamente delimitado, es decir, indica claramente su ontología U y, las relaciones y propiedades $R_1, \dots, R_n$ que se dan sobre los elementos que componen U , es decir, $S = \langle U, R \rangle$. Tercero, planteemos que la estructura m_1 del conjunto M representa el sistema real S , es decir, representa *adecuadamente* este fenómeno real. Tenemos entonces, que la forma de la hipótesis teórica debe ser tal que

²³ He preferido en esta ocasión, realizar una traducción propia respecto del texto original de Giere. La razón para ello es que en la traducción (1992) de la que nos hemos servido en la mayoría de ocasiones, en estas líneas manifiesta “A diferencia del modelo, la hipótesis teórica es, para mí, una entidad *lingüística*; a saber: un enunciado que afirma cierto tipo de relación entre el modelo y un sistema real dado (o una clase de sistemas reales)” (p. 104), y en la nota 5 correspondiente al capítulo 3 expresa, “Cuando afirmo que las hipótesis son entidades lingüísticas, lo hago en el sentido de lo que los filósofos suelen llamar proposiciones en contraste con los enunciados” (p. 323). Como puede advertirse hay un empleo confuso del término “enunciado” en la traducción, en la página 104 se identifica la hipótesis teórica con un enunciado, mientras en la página 323 se niega esta asimilación. En su texto original, en la cita que hemos presentado, Giere emplea la expresión “statement” que hemos traducido por “declaración”, y en la nota precisada usa los términos “propositions” y “sentences”.

mencione el modelo y el sistema real, y precise la relación representacional que se da entre éstos. Podemos plantear su forma del siguiente modo:

$$m_1 R S$$

es decir, dentro de la población de modelos M , hay un modelo m_1 que representa adecuadamente el sistema real S . De modo que, en una teoría T , la totalidad de su población de modelos M cumplen la función de ser modelos definidos, en el sentido que *satisfacen* las leyes de las teorías, pero cuando menos uno de ellos, adicionalmente, debe ser un modelo que *represente* un sistema real.

La forma propuesta, para la hipótesis teórica podría instanciarse del siguiente modo: el modelo newtoniano de dos partículas con una fuerza central proporcional al producto de sus masas e inversa al cuadrado de la distancia que las separa –modelo-, representa muy bien las posiciones y velocidades de la Tierra y la Luna -sistema real ‘Tierra-Luna’-.

A fin de librarnos de confusiones, es pertinente precisar que, respecto de las hipótesis teóricas, hasta ahora se ha analizado cuál es su estructura y función, sin embargo (a excepción de lo que expresan las líneas de Giere), no hemos contestado a la pregunta ontológica ¿Qué tipo de entidad es la hipótesis teórica?, ni tampoco se ha especificado ¿qué tipo de relación representacional hay entre los modelos teóricos y aquellos sistemas reales de los que son modelos? Es decir ¿cuál es el tipo de relación representacional manifestada por la hipótesis teórica? Iniciaré con esta última pregunta. La relación expresada puede ser de diversos tipos:

Puede ser la identidad, e.e. que los sistemas empíricos son literalmente algunos de los modelos; o la aproximación, e.e. que los sistemas empíricos se aproximan (en un sentido que hay que precisar) a los modelos; o de subsunción, e.e. que los sistemas empíricos son subsumibles (en un sentido que hay que precisar) bajo los modelos. (Moulines, 1999, p. 332).

La diferencia entre estos tipos de relaciones radica, en buena medida, en la postura epistemológica del autor que defiende el enfoque. Por lo pronto, en nuestro análisis, no nos

comprometemos con postura alguna. No obstante, vislumbraremos algunas posturas respecto a esto en el capítulo 5.

Abordemos el otro cuestionamiento ¿Qué tipo de entidad es la hipótesis teórica? Tanto para van Fraassen como para Giere las hipótesis teóricas son proposiciones. Dice Giere:

Quando digo que las hipótesis son entidades lingüísticas, me refiero a esto en el sentido de lo que los filósofos llaman a menudo proposiciones en oposición a los enunciados. Los enunciados están escritos en un lenguaje específico usando palabras en un orden determinado. Las proposiciones son más abstractas. Enunciados diferentes, tal vez incluso en lenguajes diferentes, pueden expresar la misma proposición. (1988, p. 285-286).²⁴

Dice van Fraassen:

Si una teoría no debe ser un objeto lingüístico, ese algo más no puede ser una afirmación. Pero ello no constituye mayor problema. Las proposiciones sólo pueden ser expresadas o comunicadas mediante afirmaciones, pero debido a que pueden ser expresadas y comunicadas igualmente bien mediante afirmaciones muy diferentes, incluso en diferentes lenguajes, las proposiciones no son objetos lingüísticos. Lo que se asevera que es verdadero es la proposición, y no un trozo de lenguaje que exprese la aseveración. (1985, p. 26).

Quiero señalar, y sólo eso, una diferencia que encuentro en este punto respecto a lo que cada uno de estos filósofos considera una proposición. Aun cuando ambos identifican las hipótesis teóricas con proposiciones, hay diferencias respecto de lo que cada uno considera que es una proposición. Para Giere es una entidad lingüística para van Fraassen no lo es. Esto no es sorprendente, pues el término ‘proposición’ ha sido objeto de tantos usos y abusos en filosofía que es difícil entenderlo. Permítanme precisar cómo se identifica una proposición, y el porqué resulta importante en la caracterización de las hipótesis teóricas como elementos constitutivos de las teorías. Mi forma entender las proposiciones, es tal como se presenta en los cursos elementales de lógica proposicional. Dejo de lado el asunto de qué tipo de entidad es.

²⁴ Aquí también realizo una traducción propia, por las razones expuestas en la nota al pie número 6.

La dependencia lingüística de las oraciones declarativas, conduce a que una afirmación como ‘La nieve es blanca’ y ‘Snow is white’, sean consideradas oraciones distintas, pues aunque haya una igualdad en referencia y predicación no hay una mismidad oracional. Hace buen tiempo, para enfrentar este problema los filósofos introdujeron una entidad más abstracta llamada proposición, que es definida como *lo que es dicho* cuando se emite un enunciado, es decir, como el contenido de una oración declarativa. Esto implica que: 1) una misma proposición puede realizarse mediante distintas oraciones, y 2) se pueden tener distintas proposiciones con una misma oración. Reparemos lo segundo. Con una misma oración, como “tengo frío”, se puede plantear una distinción referencial, p. ej., si dos individuos A y B expresan dicha oración; tenemos que cada uno de ellos se refiere a sí mismo, lo que plantea una diferencia proposicional. Respecto a la primera situación, pueden plantearse las siguientes situaciones, se dice ‘la nieve es blanca’ y ‘Snow is white’; o se dice ‘voy al odontólogo’ y ‘voy al dentista’. Debe advertirse que una mismidad proposicional no es equivalente a una sinonimia en las oraciones empleadas. Analícese que puede ser que un individuo A diga ‘tengo frío’, y B le diga a éste ‘tienes frío’. En dicho caso se presenta una misma proposición pero no una sinonimia en las oraciones usadas. Las oraciones declarativas son gramaticales, se componen de palabras habladas o escritas. Las proposiciones se caracterizan por ser verdaderas o falsas, y no constan de palabras, aunque se expresan a través de éstas. Es en la identidad proposicional en donde reside la equivalencia lógica de los enunciados.

Finalmente, la identificación de las hipótesis con proposiciones, y no con un conjunto de meras oraciones, libra al enfoque semántico de absurdos como los que se generan en la Concepción Heredada al confrontar la equivalencia lógica de los enunciados.

c) Conclusiones

La Concepción Semántica de las teorías plantea que éstas se constituyen por dos elementos: una población de modelos teóricos y diversas hipótesis teóricas²⁵. Los modelos teóricos: 1) son entidades abstractas definidas mediante las leyes, de modo que estas últimas no deben entenderse como refiriendo al mundo, sino como definiendo una clase de modelos; 2) aun

²⁵ En la Concepción semántica, vincular los principios (o en su terminología común ‘leyes’) en la estructura de las teorías es innecesario, pues éstos son sustituidos por los modelos que definen.

cuando se crean a partir de una definición, no son contruidos para satisfacer leyes, sino para representar aspectos de un sistema real en cuestión; y 3) en términos generales, tienen la forma de una estructura relacional $\langle D, R \rangle$, en la que $D \neq \emptyset$, denominado universo y, R una serie de relaciones definidas sobre ese universo D. Las hipótesis teóricas: 1) son entidades proposicionales, se identifican por su mismidad de referencia y predicación, y se expresan mediante declaraciones; 2) tienen la función de identificar un modelo teórico con aquello de lo que es modelo; y 3) tienen una forma tal que mencionan tanto el modelo teórico como el sistema real, y precisan la relación representacional que se sostiene del primero para con el segundo.

5.3 Contraste entre la aproximación sintáctica de la Concepción Heredada y la aproximación semántica de la Concepción Semántica

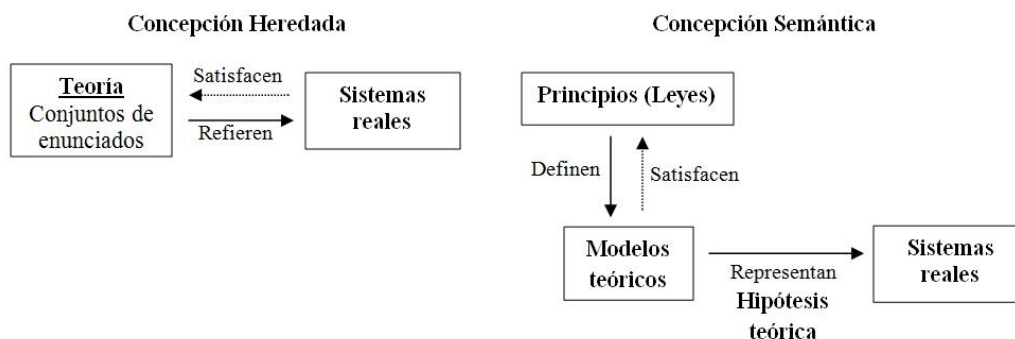
En este apartado -tal como se expresó en un inicio-, se pretende realizar un contraste respecto a algunas diferencias que pueden encontrarse en el enfoque de la Concepción Semántica y la Concepción Heredada. La comparación va dirigida en dos sentidos: 1) en torno a diferencias entre las interpretaciones, y 2) respecto a ciertas ventajas que pueden encontrarse en la Concepción Semántica. Inicio con el primer punto.

Primero. Dejando de lado las distintas interpretaciones instrumentalistas en torno a las teorías -la variante ontológica o semántica-, en la Concepción Heredada, las leyes son consideradas vehículos para hacer declaraciones empíricas, son entendidas como enunciados verdaderos y universales. En el relato de la Concepción Semántica, los científicos generan modelos usando leyes, el lenguaje no se conecta directamente con el mundo, sino con un modelo, cuyas características pueden ser definidas con precisión, pues no es más que un objeto abstracto construido por medio de unas leyes. Esto plantea un cambio teórico representacional respecto las tesis de la concepción clásica: la identificación de una teoría con un conjunto de enunciados, se enfoca en una función referencial del lenguaje, entidades lingüísticas describen entidades del mundo; la identificación de una teoría con un conjunto de modelos niega esta representación al lenguaje y se la atribuye a los modelos. Así que hay un cambio teórico-representacional, los modelos teóricos median la relación de las leyes con el mundo. Las leyes son un conjunto de imperativos en la

construcción de modelos y la representación de los sistemas físicos es llevada a cabo por éstos.

La siguiente imagen representa bien el cambio teórico-representacional planteado por la Concepción Semántica.

RELACIÓN REPRESENTACIONAL ENTRE TEORÍA Y REALIDAD



Segundo. En la Concepción Heredada el lenguaje científico sólo contempla relaciones de significado extensional. En el caso de las leyes empíricas, fueron interpretadas respecto de sus términos observables como refiriendo entidades observables. En el caso de las leyes teóricas, se buscó darles una interpretación extensional por medio de una interpretación semántica, realizada a través de reglas de correspondencia. En la Concepción Semántica, el lenguaje científico contempla relaciones que van más allá de las meras relaciones de extensión. Los modelos teóricos son interpretados mediante aspectos intensionales. Los principios teóricos (o leyes), *definen* de un modo intensional modelos teóricos, con los que se procuran representar sistemas reales.

En algunas ciencias, los modelos son contruidos de acuerdo con principios explícitamente formulados. La física es especialmente rica en tales principios: los principios de la mecánica de Newton, los principios de la electrodinámica de Maxwell, los principios de la termodinámica, los principios de la relatividad y los principios de la mecánica cuántica. La

biología evolutiva también tiene los principios de la selección natural y la economía cuenta con varios principios de equilibrio. (Giere, 2002, p. 744)²⁶.

Tercero. En la Concepción Heredada una teoría se pone a prueba confrontando sus consecuencias observables con la experiencia. Para la Concepción Semántica, las leyes de una teoría no pueden ser directamente justificadas positiva o negativamente con la experiencia, estos principios no dan información, en absoluto, sobre cómo es el mundo, son sólo guías para la teorización, máximas para la construcción de modelos, tácticas que dirigen el esfuerzo de la ciencia para llegar a establecer cuadros coherentes y unificados. Por tanto, éstas no socavan de acuerdo a algún conjunto estricto de leyes lógicas pertenecientes a algún método de contrastación empírica (p. ej., verificación, falsación, etc.), sino que son pragmáticamente evaluadas como herramientas para la construcción de modelos.

Cuarto. Para la Concepción Heredada una teoría es un cálculo formal, en sí misma es una estructura vacía que necesita ser interpretada. Tal interpretación, como se mostró (en el punto uno del presente capítulo), exige poner énfasis en las distinciones sintácticas del vocabulario de la teoría. La Concepción Semántica pone el énfasis en la representación de los elementos de una teoría, en su identificación con los elementos del sistema real.

Aunque considero que es posible establecer muchas más diferencias, entre la Concepción Heredada y la Concepción Semántica (p. ej., el que la primera considere las teorías como entidades metamatemáticas mientras la segunda como estructuras abstractas que satisfacen y representan), creo que las señaladas permiten visualizar bastante bien las divergencias entre ambos enfoques. En lo siguiente, aun cuando creo que hay más, precisaré tan sólo dos claras ventajas que encuentro en la interpretación del enfoque semántico respecto de la interpretación de la Concepción Heredada. La primera, es que centrarse en nociones semánticas permite analizar relaciones de comparación entre teorías, que desde un enfoque centrado sólo en nociones sintácticas resultan inaccesibles. Es decir, al centrarse en las nociones sintácticas la Concepción Heredada apuntó al campo menos prospero en lo que

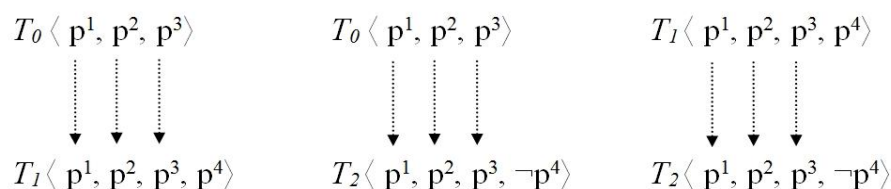
²⁶ Ronald Giere prefiere emplear el término “principios” para denominar lo que tradicionalmente ha sido llamado leyes por los científicos y filósofos empiristas. Lo que exhibe su rechazo a la interpretación tradicional que identifica las leyes con generalizaciones universales y verdaderas.

respecta a la comparación de teorías. La segunda, es que en la imagen de la Concepción Semántica de las teorías se establece una clara distinción entre lo que es una teoría y la enunciación de la misma.

Las relaciones sintácticas se centran en las relaciones de implicación y consistencia de las teorías. Respecto la implicación, qué se deduce de los principios establecidos. Respecto a la consistencia, la coherencia entre los elementos que componen el sistema. Sean dos teorías T_1 y T_2 , cada una consistente en sí misma pero al ser comparadas mutuamente inconsistentes. Las nociones sintácticas nos exhiben sólo esa mutua inconsistencia. Pero ¿acaso no hay algo más en la comparación y evaluación de teorías? Sí, las nociones semánticas permiten advertir relaciones de equivalencia y subsunción incluso entre teorías mutuamente inconsistentes.

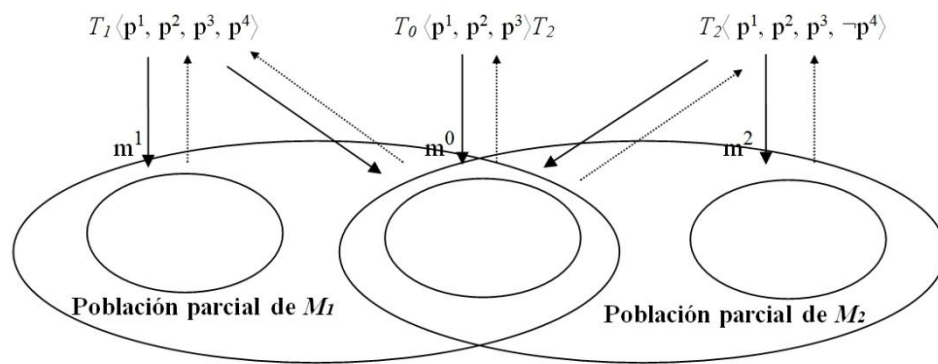
Consideremos tres teorías T_0 , T_1 y T_2 desde una concepción enunciativa de las mismas. Es decir, las tres teorías son concebidas como un conjunto de enunciados organizados axiomáticamente. Cada una se conforma del siguiente modo $T_0 \langle p_1, p_2, p_3 \rangle$, $T_1 \langle p_1, p_2, p_3, p_4 \rangle$ y $T_2 \langle p_1, p_2, p_3, \neg p_4 \rangle$. Según esto podemos presentar el siguiente esquema de relaciones entre sus postulados.

Esquema de relaciones de implicación entre T_0 , T_1 y T_2



Analicemos las siguientes relaciones. Primero, contemplada por sí misma cada teoría es consistente, ninguno de los enunciados que las componen son contradictorios entre sí. Segundo, $T_0 \subset T_1$ y $T_0 \subset T_2$, es decir tanto T_1 como T_2 implican T_0 . Tercero T_1 y T_2 son mutuamente *inconsistentes*, pues los axiomas p_4 y $\neg p_4$ son evidentemente contradictorios entre sí. Las relaciones sintácticas sólo nos revelan que T_1 y T_2 son inconsistentes, y quizás a partir de un análisis de identidad que comparten un subconjunto de sus enunciados fundamentales, eso es todo.

Analicemos las relaciones semánticas. Denominemos M_1 al conjunto de los modelos que satisfacen a T_1 , y M_2 el conjunto de los que satisfacen T_2 . Sea $M_1 \langle m_0, m_1, \dots, m_n \rangle$ y $M_2 \langle m_0, m_2, \dots, m_n \rangle$. Según esto, podemos presentar el siguiente esquema de relaciones entre los modelos.



Desde un análisis meramente sintáctico, esta equivalencia parcial que comparten T_1 y T_2 respecto del modelo m_0 no puede ser analizada, por la sencilla razón de que la noción ‘modelo’ es una noción semántica no sintáctica; un *modelo* es una entidad abstracta referida, no una entidad lingüística referente. Sin embargo, desde un punto de vista semántico esta equivalencia sub-estructural parcial, es perfectamente analizable. Una estructura m_0 satisface dos conjuntos de enunciados T_1 y T_2 mutuamente inconsistentes. Desde luego, esto es una equivalencia semántica parcial pues sólo se comparte una subestructura, pero si dicha subestructura representa fenómenos reales, podemos hablar de una equivalencia empírica parcial. Aunque el planteamiento desarrollado resulta bastante abstracto, hay múltiples ejemplos que pueden instanciarlo. P. ej., aunque la astronomía kepleriana y newtoniana presentan modelos equivalentes, puesto que tienen predicciones iguales, no son formalmente equivalentes puesto que la segunda incorpora nociones dinámicas de las que la primera carece. Desde un punto de vista sintáctico sólo son mutuamente inconsistentes.

Segundo. En la imagen de la Concepción Semántica de las teorías es posible establecer una clara distinción entre una teoría y su formulación. Analicemos la dificultad que en este aspecto enfrenta el enfoque enunciativo de la Concepción Heredada. Ante el cuestionamiento ‘¿cómo se formula la teoría de la mecánica clásica?’ suele responderse

mediante los tres axiomas de Newton. Pero si una teoría debe identificarse con ese mismo conjunto de enunciados ¿cómo se puede distinguir una teoría de su formulación? Desde luego, es la incapacidad de dar cuenta de este fenómeno, lo que genera los absurdos que se dan en la Concepción Heredada en torno a la equivalencia lógica de los enunciados. Utilizamos palabras para aludir a objetos pero los objetos no son palabras, podríamos usar distintas palabras para aludir al mismo objeto. Incluso utilizamos palabras para referir a palabras, pero las palabras utilizadas para referir palabras no son las mismas palabras referidas. La diferencia entre la formulación de una teoría y la teoría misma, tan sólo mantiene la simple distinción entre lo que se refiere y el modo de referirlo. Admitir que los principios de una teoría son enunciados que se usan para formular la teoría, es admitir la distinción entre su formulación y ella misma. Implica que los enunciados de una teoría tomados en su conjunto no son la teoría sino que se usan para aludir a ella. Desde luego, asentir a esto es negar la caracterización de una teoría como un conjunto de enunciados, y es poner la mira en aquello que se formula mediante los enunciados, es decir los modelos que los satisfacen.

El compromiso de una teoría es dar cuenta del comportamiento de determinado ámbito de la realidad, y para ello no se necesita más que ofrecer una representación de ésta. Las leyes de la mecánica clásica de partículas admiten una interpretación matemática que estriba en un sistema de puntos en el espacio junto con varias relaciones definidas sobre los puntos de dicho espacio. En tanto dicha interpretación es un modelo que puede identificarse con un sistema real, todo lo que se necesita es una interpretación de los enunciados que pueda identificarse con algún sistema real. La imagen de la Concepción Semántica, según la cual una teoría debe identificarse con un conjunto de modelos teóricos más un conjunto de proposiciones que relacionan los primeros con sistemas reales, permite distinguir claramente los principios teóricos como los medios para formular una teoría, y los modelos teóricos junto con las hipótesis como los elementos que conforman las teorías.

Capítulo 6. REPRESENTACIÓN Y VERDAD: UN ACERCAMIENTO A LAS POSTURAS DE BAS C. VAN FRAASSEN Y R. GIERE

Cualquier propuesta en torno a la representación debe identificar, cuando menos, dos elementos, el que representa y el que es representado. Siguiendo la terminología empleada por Suárez (2003), podemos denominar al primero el *medio* y al segundo el *objetivo* de la representación. Mientras el medio es el vehículo empleado, el objetivo es el objeto pretendido. A lo largo de este escrito, nos preocupamos por una forma particular de representación en la actividad científica, medio que para muchos es el elemento más importante en el desarrollo de la ciencia; las teorías científicas. El análisis de la Concepción Semántica nos plantea que dentro de la estructura de las teorías figuran elementos que llevan a cabo la labor representacional, los modelos teóricos. Pero ¿cómo es posible que los modelos representen? ¿Qué tipo de relación de correspondencia hay entre los modelos y los sistemas reales de tal forma que los modelos representen sistemas reales? Y finalmente, si un modelo es una estructura relacional ¿cómo pueden ser las teorías portadoras de verdad? Las dos primeras preguntas indagan por el mecanismo mediante el que los modelos llegan a representar el mundo. La última cuestiona si las teorías pueden ser portadoras de verdad.

En los autores que venimos abordando, en nuestra exposición de los aspectos básicos de la Concepción Semántica, encontramos dos propuestas respecto a la relación de correspondencia entre los modelos y el mundo, el isomorfismo y la similitud. Van Fraassen sostiene una relación de isomorfismo entre subestructuras empíricas de un modelo y los sistemas reales. Ronald Giere defiende la importancia de la semejanza para la representación. Mi objetivo en este capítulo es doble, analizar la posición de van Fraassen y la de Ronald Giere, en torno: 1) la relación representacional que plantean entre los modelos y el mundo, y 2) su posición respecto del tema general de este trabajo, el que las teorías sean portadoras de verdad. Finalizaré con algunas conclusiones.

6.1 De la verdad a la adecuación empírica

Tanto la propuesta representacional de van Fraassen como sus planteamientos en torno a la verdad de las teorías están permeados por su propuesta epistemológica, denominada *empirismo constructivo*. Por ello nos vemos comprometidos a decir algo al respecto.

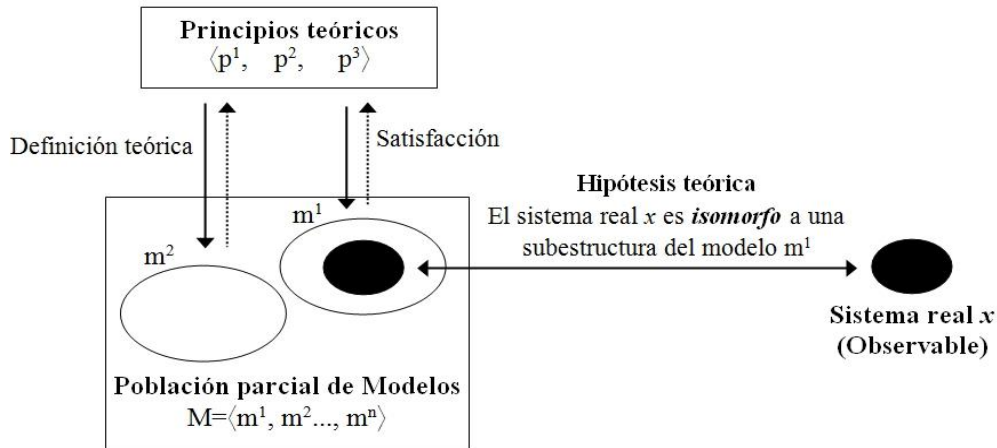
Iniciemos por analizar los términos empleados en el rótulo. El común y conocido término ‘empirismo’ advierte la orientación epistemológica de van Fraassen, que él mismo califica como *antirrealista* y enuncia del siguiente modo: “La ciencia se propone ofrecernos teorías que son empíricamente adecuadas; y la aceptación de una teoría involucra como creencia solamente que ella es empíricamente adecuada (van Fraassen, 1980, p. 28). Por otro lado, el uso del adjetivo ‘constructivo’ indica que piensa “la actividad científica más como una construcción que como un descubrimiento: construcción de modelos que deben ser adecuados a los fenómenos, y no descubrimiento de verdad respecto de lo inobservable” (*Ibíd.*, p. 20). Ahora, lo que se recoge mediante el nominativo dado, es una visión respecto de qué es la ciencia (*Cf.* 2001, p. 151²⁷), visión que para el caso puntual de las teorías científicas puede presentarse con las siguientes palabras:

Presentar una teoría es especificar una familia de estructuras, sus *modelos*; y en segundo lugar, especificar ciertas partes de esos modelos (*las subestructuras empíricas*) como candidatos para la representación directa de los fenómenos observables. Podemos llamar *apariencias* a las estructuras que pueden describirse en los informes experimentales y de medición. La teoría es empíricamente adecuada si tiene algún modelo tal que todas las apariencias son isomórficas con las subestructuras empíricas de ese modelo. (1980, p. 89).

Retomando la afirmación, y los elementos constitutivos de las teorías científicas en el enfoque semántico -que hemos presentado en el capítulo 4-, podemos representar el empirismo constructivo con la siguiente figura

²⁷ Como un tema para futuras reflexiones, quiero señalar que Moulines sostiene que el empirismo constructivo es una tesis epistemológica acerca de qué creencias implica la aceptación de una teoría (*Cf.*, 1997, p. 328), planteamiento que a primera vista parece ir en contravía de afirmaciones del propio van Fraassen como “el Empirismo Constructivo es una visión de lo que es la ciencia, no una visión acerca de lo que deberíamos creer” (2001, p. 164).

REPRESENTACIÓN DEL EMPIRISMO CONSTRUCTIVO



Analicemos algunos detalles. Los principios teóricos definen poblaciones de modelos teóricos, de los cuáles, cuando menos uno, tiene una subestructura que es isomorfa con el sistema real. El cual se caracteriza por ser observable. La hipótesis teórica afirma una relación de isomorfismo entre el mundo real y la subestructura empírica de uno de los modelos. Esta imagen genera inquietudes que se dirigen a dos bandos: a la propuesta representacional, ¿Qué es el isomorfismo? y ¿Por qué optar por el isomorfismo?; a la apuesta epistemológica, ¿Qué es lo observable? y ¿Por qué sólo hay un isomorfismo con lo observable?

El isomorfismo es una relación de identidad entre dos estructuras A y B , en la que es posible asignar una función $f: A \rightarrow B$ y su función inversa $f^{-1}: B \rightarrow A$. De un modo más preciso, sea $A = \langle a_1 \dots a_n; R_1 \dots R_m \rangle$ y $B = \langle b_1 \dots b_n; S_1 \dots S_m \rangle$, donde $a_1 \dots a_n$ y $b_1 \dots b_n$ son los dominios de objetos de cada estructura respectivamente; y $R_1 \dots R_m$ y $S_1 \dots S_m$ son las relaciones definidas sobre los elementos que pertenecen a la estructura respectivamente. Se dice que las estructuras A y B son isomorfas si y sólo si, hay una asignación uno a uno sobre los elementos de la estructura, tal que $f: a_i \rightarrow b_i$, en donde $a_1 \leq a_i \leq a_n$, y también existe la función inversa $f^{-1}: b_i \rightarrow a_i$, en donde $b_1 \leq b_i \leq b_n$; y además existe una asignación uno a uno para cualquier relación definida sobre los elementos de la estructura tal que $f: R_l \rightarrow S_l$, en donde $R_1 \leq R_l \leq R_m$ y también $f^{-1}: S_l \rightarrow R_l$, en donde $S_1 \leq S_l \leq S_m$. En otros términos, dos estructuras son isomórficas cuando existe una función para cada elemento y relación de A en B y, una función inversa para cada elemento y relación de B en A ; en términos ordinarios, todo elemento o relación en A tiene un correlato en B y viceversa. El

isomorfismo es una relación: *lógica entre sistemas*, en tanto depende de la cardinalidad entre los elementos y de la cardinalidad e identidad entre las relaciones, que constituyen las estructuras; *reflexiva*, puesto que las estructuras A o B son semejantes a sí mismas; *simétrica*, puesto que si A es isomorfa a B, B es isomorfa a A; y *transitiva* puesto que si A es isomorfa a B y B es isomorfa a C, entonces A es isomorfa a C. Se denota $A \cong B$.

Pero, como lo señala la figura, van Fraassen no plantea una relación de isomorfismo total, como la que se presenta en la caracterización dada, sino entre una subestructura del modelo -que califica de ‘empírica’ en tanto refiere a lo observable-, y lo observable. De modo que este isomorfismo se puede denotar del siguiente modo, si A es un modelo teórico y B un sistema real, entonces $a \subseteq A$ y $a \cong B$. Es en el subconjunto a en el que se lleva a cabo la relación representacional, con la condición a representa B si y sólo si son estructuralmente isomorfos. Es decir, si es adecuada empíricamente. Por lo pronto, sólo repárese que esto implica que el modelo tiene más elementos que el sistema real, es decir, un modelo dice más de lo que se observa en el mundo. En resumen, las teorías representan los fenómenos como integrables a ciertas subestructuras de los modelos teóricos.

En esta propuesta representacional, los modelos teóricos están en uno de los polos de una relación diádica que se compone de entidades muy distintas entre sí, una material y una abstracta, pero que comparten una estructura. Debe aclararse, sin embargo, que para van Fraassen no es la relación estructural de isomorfismo lo que hace que el modelo sea una representación, sino lo que posibilita la misma. Dice:

Un modelo puede (ser usado para) representar con precisión un fenómeno dado, sólo si éste tiene una subestructura isomorfa a ese fenómeno (por supuesto, esa relación estructural con el fenómeno no lo hace que sea una representación, pero lo hace preciso: es su papel en el uso lo que le otorga la función representacional.) (Van Fraassen, 2008, p. 309)

Para van Fraassen, un modelo no representa un fenómeno por su identidad estructural con el mismo, sino que es usado para representar el fenómeno porque es creado con una estructura idéntica a él. En este sentido, la necesidad de representar antecede a la relación estructural. Pero, aunque van Fraassen ligue la noción de representación al uso, adviértase

que el isomorfismo entre dos entidades no está determinado por éste, sino por las características propias de las estructuras²⁸.

En este momento, resulta necesario dilucidar la dicotomía sostenida por van Fraassen, entre entidades observables e inobservables, cuando menos por dos razones: 1) distinguirla de la dicotomía observable/teórico de la Concepción Heredada; 2) todo el andamiaje de su argumentación respecto de las subestructuras empíricas se fundamenta en esta distinción. No obstante, quiero aclarar que la dicotomía observable/inobservable es objeto de múltiples debates que van más allá de los intereses que tenemos en este apartado. Así que la caracterización de lo que debe considerarse como observable, sólo nos interesa en la medida que determina los rasgos de la representación de, y el calificativo verdad para, las teorías científicas.

Para van Fraassen, las teorías proponen muchos elementos que trascienden el mundo observable y no es necesario asumir un compromiso ontológico con éstos. Un ejemplo, de estos elementos postulados puede ser el de ‘fuerza’; en sí mismo, este concepto abandona su especificación en un modelo representacional, es decir, aunque existe en el modelo teórico representacional, no tiene un correlato con el que pueda identificarse en el sistema real que es representado, por el contrario es reemplazado en cualquier especificación, por conceptos como masa, distancia y velocidad. La situación que se presenta, es que dicho concepto va más allá de lo observable, y frente a él no tenemos porqué asumir compromiso ontológico alguno, sino que puede ser advertido tan sólo como el resultado de una relación entre ideas y palabras que facilita la descripción de lo real. Ahora, conviene precisar que no estoy planteando que la teoría deba entenderse en sí misma como un resumen de algo más, tal interpretación no es aceptada por van Fraassen. Sugiero que en el empirismo constructivo, la aceptación de una teoría no implica asumir todo el compromiso ontológico que ésta propone.

²⁸ Evidentemente, hay aspectos pragmáticos, incluso al pregonar el isomorfismo como la relación de correspondencia entre modelos y el mundo, p. ej., el que el modelo sea usado para representar el sistema real, pero no sea viable la función inversa, que el sistema real represente el modelo. Esta última situación, sugiere que el isomorfismo es una relación simétrica pero la representación es una relación asimétrica, lo que debe llevarnos a considerar ¿es el isomorfismo la relación adecuada?

Según van Fraassen, para comprender la actividad científica basta con que exista una correspondencia entre la subestructura empírica y los fenómenos observables, es decir, es suficiente con la adecuación empírica de las teorías, la cual caracteriza del siguiente modo:

... una teoría es empíricamente adecuada precisamente si lo que dice acerca de las cosas y sucesos observables en este mundo es verdadero; si ella “salva los fenómenos”. Un poco más exactamente: tal teoría tiene por lo menos un modelo en el cual todos los fenómenos reales encajan. (Van Fraassen, 1980, p. 28)

La aceptación de una teoría implica que ella es empíricamente adecuada. Dicha adecuación empírica implica la creencia en que la teoría tiene éxito sólo si lo que dice sobre lo observable es verdadero. Es decir, el criterio del éxito no se da en todos los aspectos; las declaraciones de la ciencia sólo necesitan ser consideradas verdaderas respecto de lo que dicen acerca de lo que es real y puede ser atestiguado empíricamente. Por ello basta con exigir el isomorfismo con una subestructura, y no con el modelo en su totalidad.

Pero, si tan sólo necesitamos comprometernos con lo observable ¿qué es lo que cuenta como un fenómeno observable? Para van Fraassen, “lo que cuenta como un fenómeno observable está en función de lo que es la comunidad epistemológica (que *observable* es *observable-para-nosotros*).” (*Ibíd.*, p. 36). Esto implica que en esta propuesta lo caracterizado como tal tiene un carácter antropocéntrico, puesto que depende de las limitaciones perceptuales de los seres humanos. Así que, nuestro organismo viene a ser, en cierto sentido, un aparato de medición con limitaciones, y es a dichas limitaciones que refiere el sufijo ‘able’ del término ‘observable’. Puede ya advertirse, que la dicotomía observable/inobservable no es igual a la dicotomía observacional/teórico de la Concepción Heredada. Van Fraassen no fundamenta la distinción sobre un andamiaje lingüístico que termina en errores categoriales; no es a partir de la referencia de unos términos que se distingue lo observable de lo inobservable, tampoco funda su argumentación sobre la capacidad que tiene un objeto en cuestión de ser observado; sino que la traslada a nuestras capacidades de observación como seres humanos.

Regresando al tema de la representación, que ésta se vincule únicamente con lo observable plantea una distinción entre los elementos que componen un modelo teórico, y por tanto en

aquello que dice la teoría. Respecto a los elementos, se diferencian aquellos individuos del modelo teórico que se identifican con el mundo observable y, en tanto, hacen parte de la subestructura empírica, de aquellos elementos que no se identifican con lo observable y, en tanto, hacen parte de lo que podemos denominar la subestructura teórica²⁹. Respecto a lo que dice la teoría, se diferencia aquello que dice que existe y tiene un correlato en el mundo fenoménico (observable) de aquello que dice que existe pero trasciende nuestras capacidades de comprobación. En este sentido, el empirismo de van Fraassen se caracteriza por aceptar la existencia de entidades observables y suspender el juicio respecto de las entidades postuladas por la ciencia, que se caracterizan como inobservables por trascender la observación. Debe señalarse, que la actitud de suspender el juicio respecto de lo que trasciende la observación, implica que lo ‘observable’ no es un filtro para garantizar la existencia de las entidades, es decir, garantizar que lo que no se observa no existe, sino que es un filtro para asumir una actitud epistémica en la ciencia, para responderse a la pregunta ‘¿qué implica la aceptación de una teoría?’. Creo que en este sentido, el planteamiento de van Fraassen contribuye mucho a la polémica realismo/empirismo.

A esta altura de la exposición, debe ser obvio que van Fraassen sostiene una interpretación literal del lenguaje de la ciencia. No obstante, a fin de sustentarnos explícitamente en van Fraassen, citemos:

La idea de un relato literalmente verdadero tiene dos aspectos: el lenguaje debe ser interpretado literalmente, y así interpretado, el relato es verdadero. Esto divide a los antirrealistas en dos tipos. El primer tipo sostiene que la ciencia es o trata de ser verdadera si se interpreta correctamente (pero no literalmente). El segundo sostiene que el lenguaje de la ciencia debería ser interpretado literalmente, pero sus teorías no necesitan ser verdaderas para ser buenas. El antirrealismo que voy a defender pertenece al segundo tipo. (*Ibíd.*, 1980, p. 26).

²⁹ El término ‘subestructura teórica’ no hace parte de la terminología de van Fraassen, sino de la de Ronald Giere, quien lo emplea para caracterizar la adecuación empírica del primero (*Cf.* Giere, 1988, p. 71). Usamos el término porque hace completa justicia al empirismo constructivo, puesto que si hemos de distinguir una subestructura empírica que representa los fenómenos, y una teoría plantea más que esto, ese algo más queda recogido por la parte teórica de la teoría, que al ser un subconjunto del modelo, puede denominarse perfectamente subestructura teórica.

Recordemos que una interpretación literal, procura entender la proposición emitida conforme a lo que expresa, al sentido llano, natural y normal, no lato ni figurado. Esta interpretación literal del lenguaje de la ciencia, aleja a van Fraassen tanto de una concepción descriptivista como de una instrumentalista semántica (como las que han sido expuestas en el capítulo 3). Respecto de una interpretación literal de las teorías, van Fraassen demanda dos condiciones para que en efecto se dé: 1) hay un conjunto de proposiciones capaces de ser verdaderas o falsas; 2) se conservan las relaciones lógicas de una teoría, una interpretación literal no puede cambiarlas (Cf. van Fraassen, 1980, p. 27).

En este punto, podemos arriesgar el siguiente artilugio:

$$\text{Interpretación literal} + \text{Isomorfismo} = \text{verdad}^{30}$$

Si debemos defender una interpretación literal del lenguaje de la ciencia y hay un isomorfismo entre la subestructura empírica de la teoría y los fenómenos observables, tenemos que lo que diga la subestructura empírica sobre el mundo observable debe considerarse verdadero, así que si bien “literal” no significa “valorado como verdadero” (*Ibíd.*, p. 26), sostener al tiempo un isomorfismo respecto de lo observable sí implica tal valoración. Dice van Fraassen “aceptar una teoría es (para nosotros) creer que es empíricamente adecuada: que todo lo que dice *acerca de lo que es observable* (por nosotros) es verdadero.” (*Ibíd.*, p. 35). Por otro lado, si bien al insistir en una interpretación literal del lenguaje de la ciencia van Fraassen se distancia de una concepción descriptivista o de una instrumentalista semántica, creo que, también le lleva a sostener una relación representacional tan fuerte como el isomorfismo entre las subestructuras empíricas de los modelos teóricos y el mundo. Puesto que, en una interpretación literal, lo que plantea una teoría respecto de lo observable, debe tomarse con la exactitud y precisión con que lo expresa.

A fin de dilucidar mejor el tema de las teorías como portadoras de verdad, puesto que es evidente que en el empirismo constructivo “una teoría es el tipo de cosa que puede ser

³⁰ En el caso de la adecuación empírica, nuestro artilugio debe ser:

Interpretación literal + Isomorfismo en la subestructura empírica = verdad empírica

verdadera o falsa, que puede describir correcta o incorrectamente la realidad, y que nosotros podemos creer o no creer” (van Fraassen, 1989, p. 192), debemos analizar algunos aspectos en torno: 1) el contenido de una teoría y 2) lo que es ésta.

En torno al último punto. Una teoría se expone presentando una clase de modelos, no un conjunto de enunciados, y a diferencia de los últimos, van Fraassen reconoce que una clase no es el tipo de entidad que puede ser verdadera o falsa (Cf., van Fraassen, 1985, p. 26), entonces ¿cómo es posible que exprese que una teoría puede ser el tipo de entidad de la que podemos predicar su verdad o falsedad? La respuesta está en que las hipótesis teóricas son entidades susceptibles de ser verdaderas o falsas. Respecto al porqué vincularlas, Germán Guerrero Pino, en su tesis doctoral, *Enfoque semántico de las teorías estructuralismo y espacio de estados: coincidencias y divergencias* (2003), sostiene que van Fraassen vincula las hipótesis teóricas en la individuación de las teorías, para dar cuenta de las actitudes doxásticas de los científicos. En su interpretación, son dos las razones que le conducen a ello: 1) los científicos en su mayoría atribuyen ciertas propiedades a las teorías que proponen, por ejemplo: ser verdaderas o falsas, creíbles o no creíbles, empíricamente adecuadas o no adecuadas, etc.; 2) es claro que la filosofía de la ciencia, en especial un análisis de las teorías, debe explicar las actitudes doxásticas de los científicos hacia las teorías. (Cf. Guerrero, 2003, p. 98). El acierto de estas dos justificaciones, puede fundamentarse en las siguientes líneas del propio van Fraassen:

En cualquier explicación que demos de las teorías científicas, una teoría tendrá que ser de tal índole que pueda ser verdadera o falsa, i.e., debe tener sentido preguntar si es verdadera o falsa. No quiero decir que tenga que ser verdadera o falsa (cf. "El actual rey de Francia es calvo") ni que la verdad (de la teoría como un todo, en todo respecto) sea para la ciencia un factor importante. Pero es posible dudar de las teorías o creer en ellas, ya sea en alguna de sus partes o en su totalidad, y decir que uno duda de una teoría o cree en ella es decir que uno tiene cierta actitud respecto de la cuestión de si las cosas son realmente como la teoría dice que son. Todo esto tiene sentido sólo si una teoría es algo que puede ser verdadero o falso. (Van Fraassen, 1985, p. 26).

Advirtamos que igual que en la doble fundamentación propuesta por Guerrero Pino, van Fraassen alude tanto: 1) al compromiso que debe tener una explicación de las teorías

“cualquier explicación que demos de las teorías”; como 2) a las actitudes de creencia que tienen los usuarios de las teorías *“uno tiene cierta actitud respecto de la cuestión de si las cosas son realmente como la teoría dice que son”*.

Entonces, para dar cuenta de las actitudes doxásticas de la comunidad científica, van Fraassen sostiene que es necesario identificar las teorías científicas con algo más que una clase de modelos. Dice:

De ahí que aun cuando una teoría se exponga siempre presentando una clase de modelos (estructuras), no podamos identificar aquella con esta, porque una clase no puede ser verdadera o falsa. Así que la teoría tiene al menos que incluir algo más; por ejemplo, una afirmación o aseveración acerca de esta clase. (Van Fraassen, 1985, p. 26).

Son las proposiciones denominadas hipótesis teóricas -que relacionan los modelos teóricos con los sistemas del mundo real-, las que en la imagen de las teorías científicas desarrollada por van Fraassen, rescatan las actitudes doxásticas de los individuos, en tanto son un cuerpo de información respecto del cómo se comporta el sistema real.

Según todo lo que hemos planteado, podemos sugerir la siguiente situación respecto al contenido de verdad de una teoría empíricamente adecuada en el empirismo constructivo, analizando: 1) cómo lo dice, y 2) qué dice acerca del mundo. Para la Concepción Semántica de las teorías la función importante en los modelos es que pueden ser identificados con características del mundo real, pues es esto lo que posibilita la representación, y además dicha función se hace expresa mediante una hipótesis teórica. Así que, lo que dice una teoría sobre los sistemas reales es posible mediante una especificación del modelo sobre dichos sistemas reales, en el caso del empirismo constructivo, la especificación de una subestructura. Dada la especificación, lo que se dice sobre la subestructura es lo que plantea la teoría respecto del sistema real. Puesto que, como en el empirismo constructivo, lo que dice una teoría debe ser interpretado literalmente, y además la relación entre la subestructura empírica del modelo y el mundo es de isomorfismo, tenemos que en una teoría empíricamente adecuadamente, los principios teóricos que definen las relaciones entre los elementos que componen la subestructura empírica del modelo, pueden ser instanciados sobre los sistemas reales manteniendo su valor de verdad. Es decir, tenemos

leyes análogas para la subestructura empírica y el sistema real, en tanto el isomorfismo implica que cualquier enunciado sea simultáneamente verdadero o falso. Lo que sugiere el isomorfismo es que los principios que definen la subestructura empírica de un modelo, pueden ser satisfechos por el sistema real. Es decir, algunas verdades semánticas pueden ser verdades empíricas según van Fraassen. Es justamente eso lo que se denomina adecuación empírica.

6.2 De la verdad a una concepción intencional de la representación

Durante los últimos años Ronald Giere viene argumentando a favor de una *concepción intencional de la representación* en la ciencia, en la que no es suficiente con una simple relación representacional diádica entre el medio y el objeto de la representación, sino que es necesario vincular a los agentes científicos que llevan a cabo la acción de representar, con ciertos propósitos (Cf. Giere, 2004, 2010)³¹.

Repárese que el esquema de la Concepción Heredada de las teorías, se concentró en nociones sintácticas y semánticas. En nociones sintácticas al seguir la práctica fundacional de la lógica y las matemáticas, y semánticas al incorporar las denominadas reglas de correspondencia. Pero se dejaron completamente de lado los aspectos pragmáticos de la representación. Retomando las palabras del propio Giere respecto de las concepciones con orientación lingüística “El enfoque en el lenguaje como un objeto en sí mismo conlleva a asumir que debemos enfocarnos sobre la representación entendida como una relación diádica entre entidades lingüísticas y el mundo” (*Ibíd.*, 2004, p. 743). En su propuesta de enfocarse en la actividad de representar, Giere deja de lado el esquema tradicional “A representa B”, en el que tan sólo se distingue el medio y el objetivo de la representación, y sugiere sobre la base de una concepción intencional, una fórmula en la que se incorporan más elementos:

Así la fórmula es: (1) agentes intencionales; (2) usan modelos M; (3) para representar una parte del mundo, W; (4) para algún propósito, P. Esta concepción legitima el uso de la semejanza como la relación básica entre los modelos y el mundo. (*Ibíd.*, 2010, p. 269)

³¹ Tomo el calificativo *concepción intencional de la representación* del propio Giere, quien declara “Argumento por una concepción intencional de la representación en la ciencia, que requiere vincular agentes científicos y sus intenciones en su imagen.” (2010, p. 274).

Procuremos analizar la siguiente cuestión ¿Por qué una concepción intencional legitima la semejanza como la relación representacional entre los modelos teóricos y el mundo?

Para contestarnos dicho cuestionamiento, debemos iniciar por precisar qué es una relación representacional basada en la semejanza. Sean dos estructuras A y B, donde A está por el modelo y B por el sistema real, decimos que A es similar a B, si y sólo si A comparte un subconjunto de sus propiedades con B. De un modo más puntual, sea $A = \langle a_1...a_n; R_1...R_m \rangle$ y $B = \langle b_1...b_n; S_1...S_m \rangle$, donde $a_1...a_n$ y $b_1...b_n$ son los dominios de objetos de cada estructura respectivamente; y $R_1...R_m$ y $S_1...S_m$ son las relaciones definidas sobre los elementos que pertenecen a la estructura respectivamente. Se dice que las estructuras A y B son semejantes si y sólo si, hay una asignación f para cuando menos un elemento de la estructura A, tal que $f: a_i \rightarrow b_i$, en donde $a_1 \leq a_i \leq a_n$ o, para alguna relación definida tal que $f: R_l \rightarrow S_l$, en donde $R_1 \leq R_l \leq R_m$. En otros términos, entre el conjunto de elementos y relaciones de A, encontramos alguno o algunos que comparte con algún o algunos elementos o relaciones de B. *Aparentemente*, esta relación es reflexiva y simétrica (las propiedades en las que A es semejante a B, son propiedades en las que B es semejante a A), pero no transitiva, es decir, A y B pueden ser semejantes, B y C pueden ser semejantes, pero A puede no ser semejante a C. Puesto que el conjunto de propiedades que comparte A con B, puede ser distinto del que comparte B con C.

En el contexto de la exactitud en la representación, la relación representacional de semejanza, es mucho más flexible que la de isomorfismo y, siguiendo la reflexión de Suárez, esto le otorga una interesante ventaja sobre el mismo. Puesto que es posible ver el isomorfismo como una forma de semejanza.

Supongamos que A y B son isomorfos; entonces ellos participan por lo menos de una propiedad en común, a saber, su relación estructural. Por lo tanto dos estructuras isomorfas son semejantes, porque sus relaciones estructurales son idénticas. Así dos objetos que muestran estructuras isomorfas son *ipso facto* estructuralmente semejantes. (...). Ésta es a primera vista una interesante ventaja que la semejanza disfruta sobre el isomorfismo. (Suárez, 2003, p. 228)

Sin embargo, dada esta misma flexibilidad, la relación representacional por medio de la semejanza no puede ser sólo el producto de una relación diádica entre el medio y el objetivo de la representación. Usando las propias palabras de Giere:

...no estoy diciendo que el modelo en sí mismo representa un aspecto del mundo, porque es similar a ese aspecto. No hay tal relación representacional. Cualquier cosa es similar a cualquier otra cosa en innumerables aspectos, pero no cualquier cosa representa cualquier otra. No es el modelo el que está haciendo la representación; es el científico usando el modelo el que está haciendo la representación. (2004, p. 747).

A diferencia del isomorfismo, la relación representacional de semejanza, dado que involucra la situación de que *cualquier cosa es semejante a cualquier otra en algún aspecto y/o grado*, exige conocer el aspecto que nos interesa representar y el grado en que nos es útil dicha representación. Es decir, demanda la inserción de los agentes en el proceso de representación, a fin de delimitar el grado de vaguedad e imprecisión admisible según los intereses de éstos. En conclusión, dado que la semejanza vincula aspectos y grados, una semejanza no vacua, depende de los intereses de los usuarios. Desde luego, los aspectos en que puede pretenderse la semejanza en una representación, pueden ser sólo aquellos que hacen parte del dominio del modelo ¡un sistema mecánico no puede ser semejante a un sistema real respecto del color! Así los propios modelos proporcionan un límite respecto de los aspectos en los que se pretende la semejanza.

Debemos entonces añadir a nuestra caracterización de la semejanza, de ahí el uso del calificativo '*aparentemente*', que el elemento a_i o relación definida R_i pueden tener una asignación f sobre b_i o S_i siempre y cuando los primeros estén definidos por los intereses particulares de la comunidad científica, de tal modo que no se consideren un incondicional en la representación, sino regulados por algún grado de satisfacción o insatisfacción para determinados propósitos. Nuevamente, para Giere, la representación no puede ser sólo un tema de la semejanza entre los modelos y los sistemas reales modelados. Esta concepción intencional libra la semejanza de la crítica de ser una relación simétrica diferente a la representación, que es una relación asimétrica. Puesto que parte del presupuesto de que la

representación que en las teorías científicas le *interesa* a los científicos va únicamente en la vía modelos-mundo³².

Analicemos qué consecuencias arroja la semejanza sobre el tema de la verdad. Si bien en su relato en torno a la identidad de las teorías, Giere admite entidades susceptibles de ser verdaderas o falsas y las reconoce como tal

...la hipótesis teórica es, para mí, una entidad *lingüística*; a saber: un enunciado que afirma cierto tipo de relación entre el modelo y un sistema real dado (o una clase de sistemas reales). Así pues, una hipótesis teórica es verdadera o falsa según se mantenga o no la relación afirmada. (Giere, 1988, p. 104).

También tenemos que considera dicha posibilidad como algo de escasas consecuencias.

El que las hipótesis teóricas puedan ser verdaderas o falsas resulta de escasas consecuencias. Afirmar que una hipótesis es verdadera equivale a afirmar ni más ni menos que un cierto tipo y grado de semejanza existe entre el modelo y el sistema real. Por tanto, podemos desentendernos de la verdad y centrarnos en los pormenores de la semejanza. Una “teoría de la verdad” no es requisito indispensable para una teoría de la ciencia adecuada. (*Ibíd.*, p. 105).

En este punto quisiera realizar una digresión en torno a una sutil -y quizás poco importante- ambigüedad que encuentro en Giere al hablar de la verdad. En ocasiones caracteriza ésta como una relación, en otras -siguiendo el uso corriente-, como un calificativo para una relación. Respecto a la primera caracterización podemos citar “la relación entre el modelo y el sistema real no puede ser de verdad o falsedad puesto que ninguno de ellos constituye una entidad lingüística; por tanto, debe ser de otra índole” (*Ibíd.*, p. 104); o “Tampoco podemos invocar la verdad como la relación deseada entre los modelos y el mundo. Ya sea abstracto o físico, los modelos son objetos, no entidades lingüísticas.” (*Ibíd.*, 2010, p.

³² Giere declara que la inserción de las intenciones de los agentes en el proceso de representación, desaparece tanto el problema de la vaguedad de la semejanza (cualquier cosa es semejante a cualquier otra en ciertos aspectos o grados), como el de la diferencia entre la simetría de la semejanza y la asimetría de la representación. (*Cf.* 2010, p. 274).

273)³³. Respecto a la segunda caracterización, puede leerse la penúltima cita “una hipótesis teórica es verdadera o falsa según se mantenga o no la relación afirmada”. La primera caracterización, en la que la verdad se asume como una relación es confusa en tanto se sale del uso común. Mientras que las palabras “semejanza”, “isomorfismo” expresan relaciones (entre los modelos y los sistemas de los que son modelos), la palabra “verdadero” tiene una naturaleza diferente, expresa una propiedad de ciertas expresiones; es un calificativo que se aplica a sentencias, enunciados o proposiciones, y que se cumple sólo en el caso de que el objeto que la declaración refiere tenga la propiedad que ésta le atribuye. Por eso es posible caracterizarla en la concepción semántica como un enunciado metalingüístico.

Sin embargo, debo precisar que no encuentro en esta ambigüedad ninguna consecuencia peligrosa, a menos que se sostenga una teoría deflacionaria de la verdad, y extrañamente dicha teoría ha sido insinuada por Giere. Tal como afirma “Una “teoría de la verdad” no es requisito indispensable para una teoría de la ciencia adecuada” afirma “La excepción, como lo advertirá la mayoría de filósofos, es la “teoría de la redundancia de la verdad” según la cual el contenido de cualquier enunciado, *S*, es exactamente el mismo que el enunciado metalingüístico “*S es verdadero*”. (Giere, 1988, p. 323). La razón es dada por el mismo Giere, básicamente lo que sostiene una teoría deflacionaria de la verdad, es que cualquier cosa que pueda decirse con el predicado ‘es verdad’ puede decirse también sin él. Por ello es redundante, deflacionario. Pero si se piensa la verdad como una relación y no como el calificativo dado a una relación de correspondencia entre lenguaje y mundo, no es claro en qué medida sea redundante. Por lo dicho, no deja de ser interesante señalar la ambigüedad.

Retornando a nuestro tema, al igual que en van Fraassen, Giere rechaza la posibilidad de que un modelo pueda ser calificado como verdadero, pero a diferencia del primero ofrece razones para este rechazo. En su relato, la verdad y la falsedad son propiedades sólo de las entidades lingüísticas, de modo que los modelos, en tanto entidades extralingüísticas, no son candidatos para la verdad o falsedad (Cf. 2010, p. 273).

³³ Este uso poco claro, también puede encontrarse en Suárez “Puede haber una gran variedad de medios por los que la representación hace su trabajo: isomorfismo y la similitud son sólo dos de las más comunes, pero hay otros, como ejemplificación, creación de instancias, la convención, la verdad.” (2003, p. 229).

No obstante, podríamos procurar analizar en el marco de la propuesta representacional de Giere, un análisis en torno al contenido de verdad de una teoría que sea lo suficientemente adecuada para determinados propósitos de ciertos individuos. En otros términos, cuestionar ¿pueden resultar verdaderas las relaciones que se predicen de determinado modelo si se instancian en un sistema real? La respuesta es no. Ninguna verdad semántica puede ser una verdad empírica para Giere. Si las relaciones que se expresan en el modelo teórico son instanciadas en el mundo real éstas resultan falsas. Incluso desde una lectura muy propia, insinúa que ésta es la principal razón por la que Giere opta por la Concepción Semántica. La principal razón por la que acude a los modelos como una herramienta intermedia y rechaza una relación directa de los enunciados de la ciencia y los sistemas reales. Dice:

...el examen de incluso el libro de texto más sencillo demuestra que las leyes del movimiento, si se consideran como enunciados empíricos generales deben juzgarse ya sea como falsas o, cuando mucho, inaplicables a la ciencia mecánica. (Giere, 1988, p. 100).

Analicemos que a diferencia del isomorfismo de van Fraassen, que implica sólo la verdad de las declaraciones que versan sobre lo observable, la posición de Giere no se funda en que lo que dice la teoría sobrepasa la observación. Sino que considera que todos los principios teóricos de una teoría resultan falsos al instanciarse sobre el mundo real. Considera que una ecuación tan sencilla como la del movimiento armónico simple, no puede ser entendida como una afirmación verdadera. En sus propias palabras:

Esa ecuación supone una fuerza gravitacional uniforme. Ahora bien, si la tierra fuera una esfera perfectamente homogénea, la fuerza sería uniforme. Pero los continentes y océanos hacen que esto sea imposible. Es más, las heterogeneidades de la tierra se conocen únicamente con un grado muy burdo de aproximación. (*Ibíd.*, p. 101).

Para Giere las leyes de la ciencia no deben considerarse como una descripción literal y verdadera de los fenómenos, ni tampoco como enunciados que en tanto son satisfechos por el modelo, puedan instanciarse sobre el mundo real que éste representa conservando su valor de verdad.

...si pensamos que las leyes del movimiento proporcionan una descripción literalmente verdadera y exacta de hasta los fenómenos físicos más simples, las leyes del movimiento

tendrían que ser increíblemente más complejas que cualquiera que las hasta hoy formuladas o, (...) de las que realmente podrían formularse. (...) Para la manera como los científicos practican la mecánica, parece que la verdad exacta y literal de las leyes del movimiento es lo de menos. (*Ibíd.*).

Tenemos entonces que, a diferencia de la literalidad y verdad que van Fraassen exige a su adecuación empírica, para Giere “la verdad exacta y literal no es lo importante. Lo que importa es un grado suficiente de aproximación para el propósito que se persigue, cualquiera que éste sea” (*Ibíd.*, p. 102). Sin embargo, debe repararse que no hay un impedimento lógico frente a la verdad y la literalidad, sino pragmático; al confrontar los datos de la teoría con los datos del sistema real, éstos difieren de ella en un factor que se considera despreciable respecto de los intereses y acuerdos individuales o comunales de los usuarios de las teorías.

No obstante, puede cuestionarse, dado que Giere propone que las hipótesis teóricas no son literalmente verdaderas, ¿se puede considerar que está sugiriendo una verdad aproximada? La respuesta es no. “La verdad aproximada no es un tipo de verdad. Es, en verdad, ¡una forma de falsedad! Aproximadamente verdadero implica “no exactamente verdadero”, es decir falso.” (*Ibíd.*, p. 132). Para Giere, entender la aproximación de la ciencia, insistiendo en el concepto de verdad genera un fuerte problema, no permite ver que “la aproximación posee al menos dos dimensiones: la aproximación por aspectos y la aproximación por grados.” (*Ibíd.*). Más que pensar en una instanciación de las verdades respecto del modelo en el mundo real, con lo que nos encontramos es con un proceso de identificación. Simplemente, los elementos de un modelo teórico, tales como dos partículas newtonianas con una fuerza de atracción mutua, se identifican con ciertos aspectos de los sistemas reales, tales como el movimiento de la Tierra y la Luna en el sistema Tierra-Luna.

Podemos precisar un poco más. Según Giere, para entender cómo se conectan los modelos abstractos con sistemas físicos reales, debemos entender dos procesos: el de “interpretación” y el de “identificación”. El primero, es el modo en que los elementos abstractos de un modelo, tales como los símbolos matemáticos, se interpretan sobre conceptos físicos generales, tales como “masa”, “posición” y “velocidad”. El segundo, el modo en que los elementos de un modelo representacional, tales como “masa”, “posición”

y “velocidad”, se identifican con elementos de un sistema real. (Cf. Giere, 2010, p. 271; o 1988, p. 99)³⁴. El siguiente es un ejemplo, en el que se muestran muy bien ambos procesos.

...la condición que $F = -kx$ produce un modelo general para un oscilador armónico simple, donde x es el desplazamiento desde una posición de equilibrio. Con este modelo todavía estamos lejos de cualquier declaración empírica. Este modelo podría ser aplicado, por ejemplo, a un péndulo con una pequeña amplitud, a una masa colgando de un resorte (...). Pero incluso especificando que x es el desplazamiento de una masa sobre un resorte, no conseguimos una aplicación empírica. Tenemos todavía sólo un objeto abstracto de una masa sobre un resorte. Para obtener una afirmación empírica real, debemos señalar una masa real particular sobre un resorte. Sólo entonces podemos determinar si el movimiento de la masa real sobre un resorte, concuerda con el movimiento calculado por la masa abstracta en el modelo. (Giere, 2004, p. 745-746).

Vale recordar, que puesto que *cualquier cosa es semejante a cualquier otra en algún aspecto y/o grado*, los aspectos y grados que condicionan la representación no son inherentes a los modelos mismos, sino que se deben especificar intencionalmente. Los grados y aspectos aceptables en la representación modelo teórica dependen del problema que con ellas confronta el usuario. Tenemos pues, que la cuestión de los propósitos de los usuarios, para la relación representacional de la semejanza es central, pues son los que distinguen las representaciones válidas según los intereses que se tienen. Los grados de aproximación tolerables dependen ciertamente del propósito en cuestión. En la semejanza, no hay sólo una mera relación referencial de los elementos y relaciones del modelo para con el mundo, sino que está mediando una adecuación a los propósitos, que traza la línea entre qué sectores de la realidad son deformados, eliminados o respetados en el proceso de representación.

³⁴ En su texto *La explicación de la ciencia* (Cf. 1988, p. 99), Giere define la interpretación como el proceso mediante el que se relacionan símbolos matemáticos con conceptos generales de la ciencia. En su ensayo (Cf. 2010, p. 271), la define como el modo en que los elementos abstractos de un modelo se interpretan sobre conceptos físicos generales, no refiere a símbolos matemáticos. En esta situación, tenemos que, o Giere considera que no toda teoría científica vive un proceso de interpretación, o reconsideró su postura de 1988 y considera que no todo modelo abstracto está compuesto de meros símbolos matemáticos. Si no reconsideró su postura y considera que toda teoría vive un proceso de interpretación, en últimas los modelos teóricos son para Giere modelos matemáticos, igual que en van Fraassen, y las críticas de Thomson-Jones aplican a él.

Quiero señalar respecto a este último punto, la clara ventaja que el relato de Giere tiene al compararse con la Concepción Heredada o incluso con el empirismo constructivo. Giere, presenta claramente el trabajo de idealización inherente a la práctica científica misma y la distingue de la aproximación. Comúnmente las teorías emplean conceptos ideales: conceptos geométricos como recta, círculo, etc.; o físicos como vacío perfecto, velocidad instantánea, barras rígidas, etc. Aunque dichas nociones se identifican con elementos de un sistema empírico, no describen nada real, ni aun restringiendo el término real a elementos observables. En contra del literalismo de van Fraassen, resulta complicado, y parece imposible, poder usar estas nociones para caracterizar alguna cosa existente, si debemos interpretarlas en un sentido literal. En contra de la Concepción Heredada, en la interpretación realista de las teorías o instrumentalista ontológica, es complicado dar cuenta de enunciados que empleen estos conceptos y sostener significativamente que una teoría es portadora de verdad, bien sea en su totalidad o parcialmente sobre los fenómenos observables. Pues si una teoría formula relaciones entre propiedades que manifiestamente no caracterizan nada existente, no es claro en qué sentido puede decirse que una teoría es empíricamente verdadera.

Conviene expresar que a diferencia de una concepción instrumentalista, en donde una teoría es considerada en sí un mero instrumento para la predicción, Giere sostiene que los modelos son herramientas útiles para la predicción, no en tanto son capaces de satisfacer propósitos, sino porque representan. Es decir, hay grados y aspectos que en una representación son despreciables para la consecución de ciertos propósitos. En lo que respecta a su propuesta epistemológica, Giere se rotula *realista constructivo*. Aunque al igual que van Fraassen, el calificativo “constructivo” señala su concepción de la actividad científica como un proceso de creación más que de descubrimiento, en sus palabras, “La expresión destaca el hecho de que los modelos son creados deliberadamente, “socialmente contruidos” si se quiere por los científicos. La naturaleza no nos revela directamente la mejor forma de representarla.” (Cf., 1988, p. 118-119), con el nominativo “realismo” señala su apuesta epistemológica, según la cual, aunque no todos los aspectos del modelo representan los sistema reales “El problema de cuáles aspectos, así como el por qué no otros, se deja a la solución, caso por caso, de los propios científicos” (Cf., p. 122), y no se

funda sobre una distinción entidades observables e inobservables en sí o para nosotros, en tanto seres humanos.

En la imagen de las teorías de Ronald Giere, la aproximación y la idealización proveen las herramientas básicas para la construcción de los modelos teóricos. En la práctica científica, la aproximación se vincula con el uso de expresiones matemáticas o cantidades, mientras la idealización, provee una descripción errada desde un enfoque literal, pero que simplifica y facilita los relatos. Es con la ayuda de estos dos elementos que una teoría presenta mediante formulaciones simples modelos abstractos simples que representan sistemas reales con fenómenos realmente complejos. Esto implica que más que pensar en una instanciación de las verdades respecto del modelo en el mundo real, con lo que nos encontramos es con un proceso en el que los científicos *identifican* elementos de un modelo representacional con sistemas reales.

6.3 Conclusiones generales

La reflexión en torno a la propuesta de adecuación empírica en van Fraassen y la concepción intencional de la representación en Giere, nos permite establecer algunas conclusiones en torno al tema de la verdad en las teorías empíricas.

Primero, diré algo sobre la verdad en la estructura de las teorías. Dados los elementos que constituyen la identidad de una teoría en la Concepción Semántica y la categoría ontológica de los mismos, tanto la interpretación de van Fraassen como la de Giere, sostienen que al analizar el contenido de verdad de una teoría debemos examinar las hipótesis teóricas. En otros términos, *el medio por el que se identifican* los modelos teóricos con los sistemas reales. Pues aun cuando los modelos teóricos son *el medio de representación* de una teoría, no son entidades calificables como verdaderos o falsos; simplemente son aplicables o inaplicables en la representación de un sistema real en estudio. Esta posición puede hacerse más clara precisando los siguientes tres tipos de entidades. Existen entidades concretas localizables espaciotemporalmente, tales como las piedras o los árboles; existen entidades lingüísticas, como las palabras, los enunciados, las oraciones, etc.; existen entidades abstractas, como los conceptos y los modelos. Para nuestros intereses inmediatos, podemos resumir esta división a entidades lingüísticas y entidades no-lingüísticas. El predicado

“verdadero” es un calificativo que cabe atribuir a las entidades lingüísticas, pero los modelos teóricos no forman parte del conjunto de estas entidades sino del conjunto de las entidades abstractas. Según esto, es un error categorial pensar que los modelos, entidades en las que recae la función representacional de las teorías, son susceptibles de ser verdaderos o falsos, en tanto son entidades extralingüísticas. Desde luego, muchos filósofos consideran que cualquier relación de correspondencia con el mundo puede ser calificada como verdadera o falsa, pero esto es dejar el camino abierto a los denominados, por los mismos filósofos, errores categoriales, en donde se predicán de algunas cosas ciertas propiedades que por la misma naturaleza de aquellas cosas no se les puede atribuir. Un modelo al igual que un objeto simplemente es o no es. Aunque no debe desatenderse, que a diferencia de entidades concretas, ontológicamente no tienen una realidad que vaya más allá que la dada en la comunidad científica. De ahí lo apropiado del calificativo que los acompaña, modelos *teóricos*. Por otro lado, las hipótesis teóricas, en tanto entidades proposicionales que afirman cierta relación representacional entre dos entidades, son susceptibles de calificarse como verdaderas o falsas, según se dé o no la relación que expresan entre el modelo teórico y el sistema real.

Tampoco debe considerarse que las hipótesis teóricas, en tanto medio por el que se identifican los modelos teóricos con los sistemas reales, son sólo las sirvientas de los modelos teóricos. Para que un modelo teórico represente es necesario identificar aquello que representa. En este sentido, representación sin identificación es imposible. Los modelos son *representaciones epistémicas* de la realidad que *encuentran su función* en la medida que ostentan atributos *identificables* a sistemas diferentes a ellos. Debe ser claro, en este aspecto, el importante papel que juega la verdad de las hipótesis teóricas en la contrastación de los modelos con la realidad, pues es a partir de éstas que se decide la utilidad o no de los mismos, su éxito. Si un modelo teórico no tiene aplicaciones, es decir no tiene hipótesis teóricas verdaderas que lo identifiquen con sistemas reales, debe rechazarse porque resulta inadecuado. En este sentido, la relación entre modelos adecuados e hipótesis teóricas verdaderas es una relación *coligada*. Uso esta palabra porque no denota una jerarquía entre ambos componentes.

Es conveniente sin embargo aclarar, que si una hipótesis teórica es falsa, no se sigue que el modelo teórico sea inaplicable y por ende deba desecharse. Un modelo puede tener sólo ciertas aplicaciones exitosas. Es decir, ser inaplicable en ciertos sistemas reales, pero fructífero en otros. Algo totalmente legítimo. Comprender este aspecto de la práctica científica, es importante para abandonar la ingenua perspectiva que concibe las limitaciones de una teoría con errores que deben eliminarse postulando una teoría mejor. E incluso como un principio básico para entender por qué se siguen enseñando en institutos, teorías que se descubren como inaplicables a múltiples sistemas. En este sentido, las hipótesis teóricas permiten probar el contenido de una teoría, no determinar el valor de verdad de ésta como un todo, sino delimitar su campo de aplicación.

Segundo. Tal como lo sostiene Giere y en contra de la interpretación de van Fraassen, *no es posible sostener una interpretación literal* respecto a lo que dicen las teorías. Los aspectos pragmáticos de la representación, no lo permiten. Incluso lo que dice una teoría sobre lo observable no puede interpretarse como verdadero, si se toma con literalidad. Es necesario concederle espacio a la idealización en la ciencia. Esto implica, que el isomorfismo no es la relación adecuada entre los modelos y el mundo. Planteemos una crítica sencilla a la relación representacional de isomorfismo, considerando un ejemplo que el mismo van Fraassen invoca, aunque con un propósito ligeramente diferente. Dice:

Tomemos un caso particular de un objeto físico concreto y observable: *la superficie de la mesa es métricamente isomorfa a un cuadrado Euclidiano*. Eso es verdad, simplemente porque esta mesa es cuadrada (...) Es cierto, porque los lados superiores son de igual longitud y los ángulos entre ellos son rectos. Esto podría parafrasearse como “la superficie de la mesa instancia la forma de un cuadrado Euclidiano”, pero el valor efectivo de la afirmación no conlleva un compromiso metafísico, únicamente que la superficie de la mesa es cuadrada” (Van Fraassen, 2008, p. 249)

Evidentemente la superficie de una mesa puede ser representada por un modelo teórico euclidiano, pero el que exista una hipótesis teórica del tipo “*la superficie de la mesa es representada por un cuadrado euclidiano*”, no implica que sea métricamente isomorfa a éste. Existen simples consideraciones que nos llevan a considerar que la relación entre modelos y sistemas reales debe ser mucho más débil. Ninguna mesa real tiene lados

perfectamente rectos o esquinas en un perfecto ángulo recto, como los tiene un cuadrado euclidiano, caracterizado como tal por satisfacer perfectamente los principios de Euclides. La relación que consideramos en este simple ejercicio de representación arguye a favor de la tesis de Giere. Un cuadrado euclidiano representa la superficie de la mesa porque es métricamente semejante a ésta.

Tercero. Tanto la idealización señalada por Giere, como las actitudes doxásticas de los científicos, rescatadas por van Fraassen, son fenómenos innegables en la práctica científica. Ante esto, creo que el compromiso es repensar el cómo pensamos la verdad. Tenemos sobre una mano, que los físicos construyen teorías que saben que expresan relaciones que no se cumplen en el mundo real, p. ej., expresan la resistencia del aire como una función lineal aunque saben que no es una función lineal simple de la velocidad, sino una función no lineal más compleja. Es un hecho que se representa la realidad de esta forma. Ahora, en este sentido la idealización implica aceptar que la ciencia no pretende que alguna función sea exactamente correcta en el mundo real; la vinculación de las idealizaciones como recursos simplificadores niega a las teorías la posibilidad de predicar la verdad literal. Pero, sobre la otra mano, no podemos negar que los científicos reconocen las idealizaciones y que además tienen actitudes doxásticas en las que califican las proposiciones de las teorías como verdaderas, así que también hay que justificar este credo. En conclusión, estamos frente a la doble cara de Jano, tenemos una mala descripción que simplifica y facilita un relato, y una actitud frente a este relato. Nuestro único compromiso, es explicar estas actitudes doxásticas aceptando el rol de la idealización en la ciencia. Y en este punto, el aspecto que no se puede descuidar, es que los científicos califican como verdaderas ciertas declaraciones que saben que literalmente son falsas, cuando son lo *suficientemente verdaderas* respecto de ciertas necesidades e intereses. La mayoría de inexactitudes, son aceptadas como declaraciones verdaderas simplemente porque son bastante verdaderas. Debo aclarar que no estoy pensando en una noción de *verdad aproximada* que, en términos de Giere, nos lleve a olvidar que la aproximación posee cuando menos dos dimensiones: la aproximación por aspectos y la aproximación por grados. Simplemente creo que tampoco debemos olvidar la otra cara de Jano. Lo que necesitamos es repensar el cómo pensamos la verdad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carnap, R. (1939). *Fundamentos de lógica y matemáticas*, Taller de Ediciones Josefina Betancor, Madrid, 1975.
- (1948). “Rudolf Carnap's Analysis of 'Truth': Reply”, *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. 9, No. 2 (Dec., 1948), pp. 300-304.
 - (1966). *Fundamentación lógica de la Física*, Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1969.
- Coffa, A. (1991). *La tradición semántica. De Kant a Carnap*, Vol. 2, Biblioteca de signos, México, 2005.
- Dalla, M. L. (1974). *Lógica*, Editorial Labor, Barcelona, 1976.
- Dalla, M. L. y Toraldo di Francia, G. (2001). *Confinés: Introducción a la Filosofía de la Ciencia*. Crítica. Barcelona.
- Diéguez, J. A. (2003). *Realismo científico*, Servicio de Publicaciones Universidad de Málaga, Málaga.
- Diez, J. y Carlos Ulises Moulines. (1997). *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Editorial Ariel, España, 1997.
- Giere, R. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*, University of Chicago Press, Chicago.
- (1988). *La Explicación de la Ciencia. Un acercamiento cognitivo*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, 1992.
 - (1999): “Using Models to Represent Reality”, L. Magnani *et al.* Edits, *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*, N.York/Dordrecht, Kluwer, pp 41-57.
 - (2002). “How Models Are Used to Represent Reality”, *Philosophy of Science*, Vol. 71, No. 5, December, 2004, pp. 742-752.
 - (2010), “An agent-based conception of models and scientific representation”, *Synthese*, 172(2), p. 269-281.
- Guerrero, G. (2007). *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Universidad del Valle, Segunda edición. Santiago de Cali.
- (2005). *Enfoque semántico de las teorías. Estructuralismo y Espacio de estados: coincidencias y divergencias*, Servicio de Publicaciones Universidad Complutense de Madrid, Madrid-España, soporte cd-rom, p. 262.

- Hacking, I. (1983). *Representar e intervenir*, Paidós, México, 1996.
- Hempel, C. G. (1958). “El dilema del teórico: un estudio sobre la lógica de la construcción de teorías”, en Olivé, L y Ana Rosa Pérez Ransanz, Comp. *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, Siglo veintiuno editores, México, 1989, p. 145-211.
- (1966). *Filosofía de la ciencia natural*, Alianza, Madrid, 1999.
- Johnson, Lawrence E. (1992). *Focusing on truth*, Routledge, London and New York, 1992.
- Miller, David (1974). “Popper's Qualitative Theory of Verisimilitude”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 25, No. 2 (Jun., 1974), pp.166-177.
- Minogue, Brendan P. (1984). “Van Fraassen's Semanticism”, *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 1984, Volume One: Contributed Papers (1984), pp. 115-121.
- Mosterín, J. (1984). *Conceptos y Teorías en la Ciencia*, Alianza Editorial, Madrid, 1ª Edición 2000.
- Nagel, E. (1961). *La estructura de la ciencia*, Paidós, Barcelona, 1981.
- Niiniluoto, I. (1999). *Critical scientific realism*, Oxford University Press, Estados Unidos, 1999.
- Olivé, León. (1985). “Realismo y antirrealismo en la concepción semántica de las teorías científicas”, *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, Vol. 17, No. 51 (Dec., 1985), pp. 31-40.
- Pérez Ransanz, A. R. (1985). “El concepto de teoría empírica según van Fraassen”, *Crítica*, 51, XVII, pp. 3-12.
- (1986). “¿Qué es una teoría empírica? Respuesta a León Olivé”, *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, Vol. 18, No. 52 (Apr., 1986), pp. 111-119.
- Popper, K. (1935). *La lógica de la investigación científica*, Rei, México, 1991.
- (1963). *Conjeturas y refutaciones*, Ediciones Paidós, Barcelona, 1994.
- Putnam, H. (1962). “Lo que las teorías no son” en Olivé, L y Ana Rosa Pérez Ransanz, Comp. *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, Siglo veintiuno editores, México, 1989, p. 312-329.

- Schlick, M. (1931). *Causality in contemporary physics*, en *Philosophical papers*, Vol. II, D. Reidel publishing company, Dordrecht: Holland/Boston: U. S. A. /London: England. 1979, p. 176-209.
- (1932). “Positivism and realism”, en A. J. Ayer, *El positivismo lógico*, FCE, México, 1965, p. 88-114.
 - (1934). “Sobre el fundamento del conocimiento”, en A. J. Ayer, *El positivismo lógico*, FCE, México, 1965, p. 215-232.
- Suarez, M. (2003), “Scientific representation: Against similarity and isomorphism”, *International Studies in the Philosophy of Science*, 17(3), pp.225–244.
- Suppe, F. (1974). *La estructura de las teorías científicas*, UNED, Madrid. 1990.
- Tarski, A. (1944). “La Concepción semántica de la verdad y los fundamentos de la semántica”, en Luis Valdés Villanueva, *La búsqueda del significado*, Editorial Tecnos, Madrid, 1995, p. 275-313.
- Thomson-Jones, M. (2004) *Models, the Semantic View, and Scientific Representation*, (Draft version). Puede encontrarse en la página web del autor, <http://www.oberlin.edu/faculty/mthomson-jones/research.html>. (24-02-2013).
- (2006): Models and the Semantic View”, *Philosophy of Science*, 73, pp. 524-535.
 - (2012) Modeling without Mathematics, *Philosophy of Science*, Vol. 79, No. 5, December, 2012, pp. 761-772.
- Van Fraassen, Bas. C. (1970). “On the extension of Beth’s semantics of physical theories”, *Philosophy of Science*, september, 1970, pp. 325-339.
- (1980). *La imagen científica*, Paidós-UNAM, México, 1996.
 - (1985). “On the Question of Identification of a Scientific Theory (A Reply to “van Fraassen’s Concept of Empirical Theory” by Pérez Ransanz)”, *Crítica*, 51, XVII, pp. 21-25.
 - (1989). *Laws and Symmetry*, Oxford University Press Inc., New York.
 - (2001). “Constructive Empiricism Now”, *Philosophical Studies*, Vol. 106, No. 1/2, November, 2001, pp. 151-17.

- (2008). *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*, Oxford University Press.