

Contenido empírico y Justificación teórica: positivismo, estructuralismo y empirismo constructivo.

Tesis presentada para optar al grado de Magister en Filosofía por:
José Orlando Morales Morales

Dirigida por:

Leonardo Cárdenas Castañeda
PhD. En Filosofía

Profesor del Departamento de Filosofía de la universidad de Caldas

MANIZALES, 2021
UNIVERSIDAD DE CALDAS
Departamento de Filosofía

Contenido

Introducción	2
Capítulo I: Positivismo: Concepción “heredada” de teoría científica.....	7
Teorías: estructura	8
Contenido empírico: enunciados protocolares	10
El problema de la distinción “ L_T/L_O ” en la justificación de teorías.....	16
Capítulo II: Concepción estructuralista de teoría científica	22
Teorías: estructura	23
Contenido empírico: aplicaciones intencionales	27
El problema de la distinción “T-teórico/T-no-teórico” en la justificación de teorías	32
Capítulo III: Concepción de teoría científica en el empirismo constructivo.....	40
Teorías: estructura	42
Contenido empírico: fenómenos observables	46
El problema de la distinción “Observable/Inobservable” en la justificación de teorías	50
Conclusiones	55
Bibliografía.....	57
Ilustración 1. Tomada de Feigl (1970)	9
Ilustración 2. Estados y trayectoria de un gas ideal, calculado según la ley de Gay-Lussac.	44
Tabla 1. Relaciones conceptuales entre positivismo, estructuralismo y empirismo constructivo. (Fuente: elaboración propia)	6

Introducción

En el presente trabajo se va a mostrar que a pesar de los avances técnicos, conceptuales y metodológicos que se han dado en la filosofía de la ciencia, para comprender y caracterizar de la mejor forma posible las teorías científicas, aún permanece una dificultad: su justificación epistémica. En términos intuitivos, se ha aceptado que las teorías científicas tienen como tarea principal ayudarnos a explicar y predecir los fenómenos naturales (Olivé & Pérez Ransanz, 1989; Van Fraassen, 1980). Esto quiere decir que las teorías, como elementos abstractos, deben tener algún tipo de relación con dichos fenómenos. Sin embargo, ha sido motivo de controversia establecer cuáles son las características internas de las teorías, cómo se describen los fenómenos naturales y de qué tipo es la supuesta relación entre ambos.

En adelante hablemos de *estructura teórica*, *contenido empírico* y *relación semántica*, para referirnos a cada uno de los aspectos mencionados, respectivamente. La intención detrás de esta conceptualización propuesta es mantener un poco de “distancia” respecto a los conceptos e implicaciones de los conceptos introducidos por las diferentes concepciones de teoría científica que quiero analizar (positivismo, estructuralismo y empirismo constructivo). En términos generales, podemos decir que cada una de estas concepciones tiene una terminología propia para hablar de cada uno de esos aspectos de la identidad de una teoría. Así, los positivistas hablaban de “cálculo-axiomático”, “enunciados protocolares” y “reglas de correspondencia”; el estructuralismo habla de “modelos teóricos” (presentados por un enunciado conjuntista), “aplicaciones intencionales” y “aserción empírica”; y en el empirismo constructivo se habla de “modelos teóricos” (representados en un espacio de estados o fases), “fenómenos observables” e “hipótesis teóricas”.

En cada una de esas corrientes se quiere dar a entender que una teoría empírica implica: *estructura teórica*, *contenido empírico* y *relación semántica*. Como ya se dijo, la discrepancia radica en la forma como cada uno entiende y conceptualiza esos aspectos. Los positivistas¹ entendían las teorías como entidades lingüísticas formalizadas en un metalenguaje lógico y semi-interpretadas por las *reglas de correspondencia*: que establecían el vínculo semántico entre *enunciados teóricos* y

¹ Para mayor detalle ver capítulo 1 *Concepción “heredada” de teoría científica*.

enunciados protocolares; mientras que los estructuralistas² y en el empirismo constructivo³, entienden las teorías como estructuras matemáticas que definen *modelos teóricos* relacionados semánticamente con *modelos de datos* por una *aserción empírica* (estructuralistas) o una *hipótesis teórica* (empirismo constructivo); rechazando, así, la concepción lingüística de los positivistas lógicos y la necesidad de un metalenguaje, puesto que en su lugar prefieren la matemática como herramienta formal.

Desde el punto de vista estructuralista y del empirismo constructivo, es común criticar el positivismo y su concepción de teoría (entre otras cosas) por las implicaciones formales, semánticas y epistemológicas que conlleva. En cuanto a lo primero, se habla de los problemas lógicos y la inutilidad de reconstruir la estructura teórica como una entidad lingüística (axiomas expresados en un metalenguaje); en cuanto a lo segundo, se señala la dificultad de encontrar un criterio semántico adecuado que permita interpretar el *lenguaje teórico* en términos del *lenguaje observacional* y, en cuanto a lo tercero, el problema radica en que los positivistas entendían el lenguaje observacional como una descripción de *experiencias puras*⁴, libres de controversia. Supuesto que luego se mostró falso, como veremos más adelante (Capítulo I: Positivismo: Concepción “heredada” de teoría científica) y, en ese sentido, no lograron dar cuenta de cómo era posible la justificación epistémica de las teorías empíricas.

Sin embargo, a mi modo de ver, y es el propósito de este trabajo, los estructuralistas y el empirismo constructivo tampoco están libres de dificultades *epistemológicas y epistémicas*; es decir, en las propuestas de identidad de teoría científica de estructuralistas y del empirismo constructivo, también podemos encontrar problemas *epistémicos* derivados de la relación entre la estructura teórica y el contenido empírico, derivados, principalmente, de la forma como conceptualizan el contenido empírico. Me propongo mostrar que, así como los positivistas no pudieron dar cuenta de forma clara acerca de la justificación de teorías, vía el “lenguaje observacional”, tampoco los estructuralistas y el empirismo constructivo pueden lograrlo más claramente vía “aplicaciones intencionales” y “fenómenos observables” (o *apariencias*), respectivamente; esto se debe a los conceptos y supuestos mediante los cuales caracterizan la base de contrastación teórica. En síntesis,

² Para mayor detalle ver capítulo 2 *Concepción estructuralista de teoría científica*.

³ Para mayor detalle ver capítulo 2 *Concepción de teoría científica de empirismo constructivo*.

⁴ En el primer capítulo *concepción “heredada” de teoría científica*, se amplían estos supuestos del positivismo. Así mismo, en los capítulos dos y tres se amplían los supuestos del estructuralismo y de empirismo constructivo.

la forma como en estas corrientes se caracteriza el *contenido empírico* no es menos problemática (cada una a su manera) que la caracterización que los positivistas lógicos hicieron vía “enunciados protocolares”.

Seguramente el lector echará de menos que no haya destinado un capítulo para tratar la propuesta de Popper. Esto se debe, principalmente, a que su concepción en cuanto a la estructura de las teorías es sintáctico-axiomática, como en los positivistas lógicos, aunque discrepe con ellos en el tratamiento lógico y metodológico de la relación “estructura teórica/contenido empírico”. Es decir, Popper, coincide con los positivistas en las tesis que involucran la importancia del metalenguaje y la lógica de predicados en la individuación de teorías. Esto quiere decir que algunas de las dificultades señaladas al positivismo, pueden ser referidas también al falsacionismo de Popper, dado su compromiso con esas tesis (propias de una concepción enunciativista de teorías).

También está el caso de los *historicistas*. Dos razones me llevaron a no dedicarles un capítulo: la primera es que su enfoque está dirigido a cuestiones concernientes a la sociología y la historiografía de la ciencia, más que a los aspectos puramente formales de las teorías y la posibilidad de su individuación estructural; la segunda es que me pareció más apropiado concederles un lugar preeminente en lo relativo a las críticas a la concepción heredada y como “puente” entre esta última y el estructuralismo. Vale la pena recordar que el estructuralismo recoge buena parte de las tesis historicistas, pero las encuadra en una noción de teoría susceptible de reconstrucción estructural que aquellos negaban que fuera útil en algún sentido (Kuhn, 1962).

Finalmente, la tesis está dividida en tres capítulos y en cada uno se reconstruyen y analizan el positivismo, estructuralismo y el empirismo constructivo, en su propuesta de identidad de teoría científica. Cada capítulo se divide en: *teorías: estructura*⁵, *contenido empírico* y el *problema epistemológico y epistémico* que quiero señalar en cada uno, por ejemplo: la distinción “ L_T/L_O ”⁶ (positivistas), la distinción “T-teórico/T-no-teórico” (estructuralistas) y la distinción “Observable/Inobservable” (empirismo constructivo). Cada una de estas distinciones es

⁵ La reconstrucción de este aspecto, *estructura teórica*, no busca ser exhaustiva en ninguno de los tres capítulos. Lo que pretende es ser clara en los presupuestos básicos, de tal manera que permita diferenciarla del *contenido empírico* y mostrar cómo sería la relación semántica entre ambos. Esto con el fin de mostrar que hay un problema epistemológico, respecto a la caracterización de la base empírica; y otro epistémico, respecto a la justificación de teorías, implicados en esa relación. Ese es el propósito o tesis de este trabajo.

⁶ Lenguaje Teórico/Lenguaje Observacional.

fundamental en la forma como en dichas corrientes se caracteriza el *contenido empírico* y es precisamente este aspecto el que me interesa problematizar en este trabajo. En efecto, el *contenido empírico* es la base de contrastación de la *estructura teórica*, así que los supuestos y conceptos que se empleen para caracterizarlo, junto con los problemas epistemológicos que suscitan, tienen implicaciones directas en la *justificación* de una teoría científica.

En suma, el problema que se quiere subrayar en este trabajo es de tipo *epistémico* (justificación de teorías), pero entiendo que dicho problema está íntimamente relacionado con las implicaciones *epistemológicas* de los supuestos y conceptos que se pongan en marcha para caracterizar el *contenido empírico*, la *estructura teórica* o la *relación semántica* entre ambas⁷. Es decir, el éxito en la justificación de una teoría depende (en gran medida) del éxito con que se conceptualice la base empírica de contrastación, al fin y al cabo, las teorías científicas se elaboran *para* dar razón de los fenómenos naturales (Olivé & Pérez Ransanz, 1989). En el siguiente cuadro puede apreciarse la relación conceptual que guardan las tres concepciones de teoría científica que pretendo analizar. Cabe resaltar que, para el propósito de mi tesis, la atención va a estar concentrada en la columna del medio (“aspectos empíricos”):

⁷ Considero pertinente aclarar que, para efectos de mi tesis, voy a centrarme, principalmente, en los problemas epistemológicos relacionados con el *contenido empírico* y las implicaciones epistémicas que de allí derivan para la justificación de teorías.

	Aspectos formales	Aspectos empíricos	Relación semántica
Positivismo	Cálculo axiomático	Enunciados protocolares (L_o y neutralidad)	Reglas de correspondencia
Estructuralismo	Modelos teóricos (enunciado conjuntista)	Aplicaciones intencionales (T-no-teóricos y modelos de datos)	Aserción empírica
Empirismo constructivo	Modelos teóricos (espacios de estado o fase)	Fenómenos observables (Parámetros relevantes y modelos de datos)	Aserción Empírica

Tabla 1. Relaciones conceptuales entre positivismo, estructuralismo y empirismo constructivo. (Fuente: elaboración propia)

Capítulo I: Positivismo: Concepción “heredada” de teoría científica

Según la opinión de Carnap (1956), dividir el lenguaje de la ciencia en dos partes, una teórica y otra observacional, es una ventaja que ayuda a clarificar algunos asuntos relacionados con las teorías científicas. Para ser fieles a esa idea, los *positivistas* optaron por una caracterización de teoría científica que partía de un intento por establecer de manera clara y precisa los límites entre los aspectos formales (lógico-matemáticos) de las teorías y los aspectos empíricos a los cuales se suponía que aquellos podían referirse⁸: su contenido, significado o interpretación empírica. La tarea que quedaba por delante implicaba definir rigurosamente cuáles iban a ser los aspectos formales relevantes y la o las herramientas lógicas que iban a permitir aislar apropiadamente dicho aparato formal. Posteriormente, había que encontrar un criterio “correcto” que permitiera dotar de significado factual la red teórica (lógica y matemática): verificación, confirmación gradual y Enunciado Ramsey; los cuales analizaremos más adelante.

La tarea parece obvia: tenemos un aspecto teórico, un aspecto empírico o factual y necesitamos un criterio que permita relacionar ambos: un *punte*. En este capítulo voy a intentar hacer una caracterización lo más fiel posible de cómo los positivistas emprendieron la tarea para lograr ese objetivo. Para los aspectos formales fue la lógica de predicados de primer orden con identidad la que les dio la herramienta básica que permitiría aislar la estructura de teorías; para los aspectos empíricos adoptaron (en su mayoría) una versión estrecha de la observación y la experiencia que implicaba la percepción directa y neutral de las cosas o eventos presentes a los sentidos: primero optaron por una tesis fenomenalista de la experiencia (Mach y Carnap), pero, debido a las dificultades, adoptaron el fisicalismo (Neurath y Carnap). Finalmente, como *punte* entre lo formal y lo empírico, llevaron a cabo varios intentos para solucionar el problema semántico que allí estaba implícito; sin embargo, vamos a ver que cada uno de esos intentos fue bastante infructuoso. Tanto así que el mismo Hempel (1950, 1958, 1970) reconoció las dificultades y el fracaso del “proyecto”.

Para caracterizar el proyecto positivista voy a seguir el siguiente orden: primero, voy a exponer lo que atañe a la estructura de teorías; luego, voy a exponer los desarrollos semánticos que se intentaron para solucionar el problema del contenido empírico de las teorías (*problema semántico*

⁸ En las concepciones estructuralista y de empirismo constructivo, también encontramos este supuesto: parece que hay una línea clara, identificable, entre lo teórico y lo empírico.

del lenguaje teórico), y, finalmente, exponer el *problema del lenguaje observacional* y las consecuencias que tiene para la justificación de teorías.

Teorías: estructura

Para establecer la estructura de una teoría científica debemos empezar por distinguir los diferentes componentes internos de la misma (Carnap, 1956; Feigl, 1970; Hempel, 1952, 1970). Una teoría **T** está compuesta por una estructura formal o cálculo axiomático no interpretado **C** y unos enunciados especiales llamados “reglas de correspondencia” **R** que se encargan de dar significado al cálculo. Podemos formalizar entonces la teoría como un par ordenado así:

$$T = (C, R)$$

Pero esa formalización es aún abstracta y poco clara, de tal forma que podemos analizarla un poco más. Para ello podemos introducir la distinción no menos importante entre lenguajes, enunciados y constantes descriptivas o términos (teóricos y observacionales). La importancia de esta distinción radica en que permite hacer un análisis más fino del par ordenado anterior. Así, la totalidad del lenguaje **L** de una teoría puede dividirse en vocabulario teórico **V_t** y vocabulario observacional **V_o**; donde **V_t** está conformado por aquellos términos y enunciados⁹ que son introducidos por la teoría que se está axiomatizando, y **V_o** está conformado por términos y enunciados observacionales, es decir, que se refieren a la experiencia directa. Así, tenemos ahora el par ordenado:

$$L = (V_t, V_o)$$

Podemos hacer entonces la siguiente precisión: un elemento *x* pertenece a **C** sí y sólo sí *x* pertenece a **V_t**; por el contrario, **R**, puede contener elementos que pertenecen tanto a **V_t** como a **V_o**. Esto obedece a dos cosas: la primera, que si los elementos interpretativos (**V_o**) también pertenecieran al dominio de **C**, entonces tendríamos una teoría autojustificativa o verdadera a priori, lo cual resultaría inaceptable para una ciencia empírica; la segunda, que el rol de **R** es establecer relaciones

⁹ Un aspecto importante es que el cálculo también requiere de reglas de formación y de transformación apropiadas, tales como el *Modus Ponens*, por ejemplo, que permitan hacer las derivaciones válidas a partir de los axiomas de la teoría.

semánticas entre los elementos de cada uno de los dominios o vocabularios. Por ejemplo: el término teórico “masa” puede asociarse con el enunciado observacional “más pesado que” o el término teórico “temperatura” con el enunciado “más caliente que”, etc. De ahí que Carnap (1956) diga:

There is no independent interpretation for L_T . The system T is in itself an uninterpreted postulate system [Cálculo]. The terms of V_T obtain only an indirect and incomplete interpretation by the fact that some of them are connected by the rules C with observational terms [...] ¹⁰. Pág. 47

El análisis anterior puede representarse mejor en la siguiente gráfica:

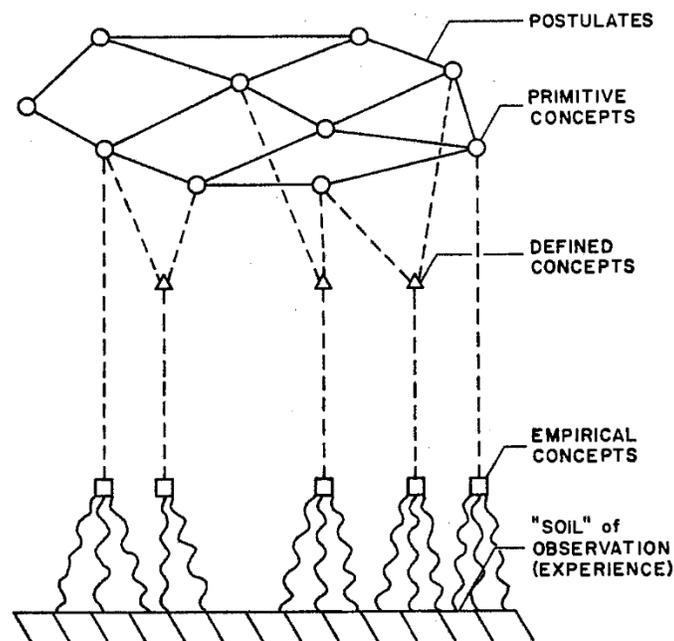


Ilustración 1. Tomada de Feigl (1970)

La gráfica pone de manifiesto (Carnap, 1956; Feigl, 1970) que el cálculo es un sistema formal no interpretado (en principio) que consta de unos cuantos enunciados básicos (postulados o axiomas) que ponen en relación unos términos primitivos (teóricos) con otros; adicionalmente, tenemos las reglas de correspondencia que establecen las relaciones semánticas de *algunos* de esos términos con otros “anclados” directamente en el terreno “sólido” de la observación. Los restantes términos teóricos que no tienen una relación *directa* con la observación adquieren su significado de manera

¹⁰ Corchetes añadidos.

indirecta gracias a los postulados de la teoría. En otras palabras, la relación semántica de V_t con respecto a V_o no es una relación exhaustiva, sino una relación implícita e incompleta por medio de R y C . Definir así el cálculo de la teoría tiene la virtud de que permite evitar problemas semánticos al intentar encontrar definiciones que establezcan condiciones necesarias y suficientes para cada término teórico; así mismo, evitar la búsqueda de criterios lógicos de reducción entre lo teórico y lo observacional; y, quizá lo más importante, establece un criterio de interpretación empírico relativo a las teorías y no uno absoluto que pueda llevar a consecuencias metafísicas innecesarias acerca de la reificación de entidades teóricas, tal como lo advierte Carnap (1950), cuando dice que carece de sentido hacer preguntas acerca del estatus ontológico de las entidades postuladas, pero sin tener en cuenta el marco teórico que las postula. Por ejemplo, no tiene sentido preguntar si los números *existen*, en sentido ontológico, por fuera de las matemáticas (marco conceptual). En otras palabras, las entidades teóricas solamente tienen sentido o significado en el marco conceptual (teoría) que las postula y preguntar por su existencia, fuera de esas teorías, carece de sentido.

Finalmente, la importancia de los tres aspectos mencionados más arriba (cálculo, observación y reglas de correspondencia) se va a ver con mayor claridad en la siguiente sección. En efecto, en ella vamos a evaluar algunos de los intentos más destacados que emprendieron los positivistas para formular de manera adecuada las reglas de correspondencia. Esto es, los intentos para elaborar un criterio de significación empírica.

Contenido empírico: enunciados protocolares

Ya vimos que los componentes de una teoría son los aspectos formales (lógico-matemáticos) y los aspectos observacionales o empíricos. También quedó establecido que las reglas de correspondencia son los enunciados que permiten relacionar ambos aspectos para dar una interpretación a los primeros. Sin embargo, los positivistas tuvieron que enfrentar un gran reto al intentar formular de manera plausible dichas reglas. Los intentos fueron variados y empezaron desde la formulación más estricta hasta llegar a una más moderada. En esta sección vamos a reconstruir algunos de esos intentos en sus aspectos formales. Vamos a ver que el primero de ellos, la verificación (Carnap, 1932), implicaba tal exigencia que incluso dejaba por fuera de la ciencia misma algunos de sus términos y enunciados más importantes; luego, la confirmación gradual

(Carnap, 1936), llevaba a absurdos experimentales difíciles de obviar, por lo cual también tuvo que abandonarse; por su parte, el enunciado (Ramsey, 1931) ha sido uno de los intentos más prometedores, aunque con algunas modificaciones ulteriores; finalmente, aunque ya se ha discutido, está la interpretación implícita o relativa a una teoría por medio de postulados (Carnap, 1950, 1956). Veamos cada uno más detalladamente:

Verificación

Por medio de éste se establecen dos condiciones que debe cumplir cualquier enunciado si ha de tener significado alguno: un enunciado tiene significado sí y sólo sí es analítica o empíricamente verificable. Que sea analíticamente verificable quiere decir que debe ser verdadero en virtud de sus propios términos, como los enunciados “el triángulo es una figura de tres lados” o “todo hombre soltero es no casado”. La verdad de esos enunciados puede establecerse sin recurrir a la experiencia, de ahí su carácter analítico. Ahora bien, que un enunciado sea *empíricamente verificable* quiere decir que tiene una relación directa con la experiencia y que gracias a esta relación puede decidirse su valor de verdad: “la pantalla de mi celular no está quebrada” es verdadero si y sólo si la pantalla de mi celular no está quebrada. Los enunciados como éste, que son de tipo particular son poco problemáticos puesto que se refieren a la observación directa y usted o yo podemos *verificarlos* con sólo “echar un vistazo”. A este tipo de enunciados los positivistas les llamaban “enunciados protocolares” y se consideraban la base empírica de la confirmación de teorías.

La dificultad con este tipo de enunciados es que son poco interesantes puesto que tienen poco contenido empírico al referirse sólo a un caso particular: la pantalla de mi celular en este momento. Pero las ciencias valoran más los enunciados que tengan un mayor contenido empírico; es decir, enunciados que puedan aplicarse a diferentes casos particulares. Pensemos en el enunciado “los estudiantes de la maestría en filosofía de la Universidad de Caldas, año 2020 tienen formación profesional en filosofía”, para verificar este enunciado tendríamos que cuestionar a cada uno de los estudiantes para saber si en efecto tienen formación profesional en filosofía. Aunque se trata de un enunciado “general” puede verificarse relativamente fácil, pues la cantidad de estudiantes, su dominio, es finito y fácilmente cuantificable, así que la verdad del enunciado puede decidirse reduciéndolo a sus enunciados protocolares (Juan tiene formación profesional en filosofía, Pedro..., Andrés...etc.) y si cada uno de esos enunciados protocolares es verdadero, entonces el enunciado general también lo será. En palabras de Carnap (1932, 63):

In this way every Word of the language is reduced to other words and finally to the words which occur in the so-called “observation sentences” or “protocol sentences”. It is through this reduction that the word acquires its meaning.

El problema surge a medida que intentamos verificar enunciados cada vez más generales, debido a que su dominio será cada vez más difícil de precisar. Por ejemplo, si intentamos verificar el enunciado “si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este último ejerce sobre el primero una fuerza de igual magnitud y dirección, pero en sentido contrario” (Ley de acción-reacción), tendríamos que aceptar a imposibilidad de la tarea. Puesto que el enunciado es de tipo *universal* no podríamos llegar a reducirlo a todos los casos posibles. O sea, cuando el enunciado está cuantificado universalmente no podemos llegar a verificar todos los enunciados protocolares que están incluidos en él. Por lo tanto, tendríamos que admitir que los enunciados que expresan leyes científicas en sentido estricto son carentes de significado o, lo que es lo mismo según el criterio de verificación, carentes de sentido y deberíamos eliminarlas del discurso científico.

Confirmación gradual

Dada la incapacidad del criterio de verificación para dar significado a las leyes científicas se ensayó un criterio menos exigente. En éste último solamente se exige que a medida que las instancias de un enunciado universal, sus enunciados protocolares, se van confirmando (son verdaderos) se va confirmando cada vez más *fuerza* al enunciado del cual se dedujeron (Carnap, 1936, 420):

If by verification is meant a definitive and final establishment of truth, then no (synthetic) sentence is ever verifiable, as we shall see. We can only confirm a sentence more and more.

Así, en el caso del enunciado que expresa la tercera ley de Newton, podemos ir deduciendo enunciados protocolares como “empujar la mesa”, “patear la piedra”, etc., y cada uno de esos enunciados confirma de forma gradual, la tercera ley. Pero la formulación lógica del criterio fue bastante infortunada, sobre todo con respecto a las propiedades disposicionales tales como “soluble”, “elástico”, “maleable”, etc., (Shapere, 1965).

Sea x un objeto del cual queremos saber si posee la disposición teórica A . Diremos que x posee la propiedad A si y sólo si al someter x a determinadas condiciones B , entonces x reaccionará de determinada forma C .

Es decir: $Ax \leftrightarrow (Bx \rightarrow Cx)$

Ejemplo: mi lapicero es elástico (Ax) si y sólo si al doblarlo y luego soltarlo (Bx), vuelve a su forma original (Cx).

El problema con esta formulación es que debido a la distribución de valores de verdad del condicional material tendríamos que: si Bx es falso, entonces " $Bx \rightarrow Cx$ " es verdadero y, por tanto, " $Ax \leftrightarrow (Bx \rightarrow Cx)$ " será verdadero. En otras palabras, si no someto el objeto a las condiciones de prueba el objeto tiene la propiedad. Para el caso del ejemplo: si no doblo y suelto el lapicero, como está en su forma original, entonces es elástico. Como puede verse la conclusión es inaceptable. El mismo Carnap (Carnap, 1936) reconoció la dificultad y presentó una formulación más fiel a la tesis de la confirmación gradual, pues permite adicionar instancias confirmadoras:

Sea: $Bx \rightarrow (Ax \leftrightarrow Cx)$

En esta versión el enunciado se puede leer así: si aplicamos las condiciones B a x , entonces x tiene la propiedad A si y sólo si x tiene la reacción C . volviendo al ejemplo: si doblo y suelto mi lapicero, éste tendrá la propiedad de elasticidad si y sólo si vuelve a su forma original.

Como puede apreciarse, este predicado no tiene la dificultad del anterior, pues la propiedad se satisface cuando se *confirman* las condiciones de prueba y respuesta. Adicionalmente, tiene otra virtud derivada de lo anterior: como el valor de verdad de " A " es indeterminado, entonces, pueden ponerse otras condiciones de prueba y respuesta que permitan confirmar otras instancias de la propiedad. Ahora bien, ello no quiere decir que el criterio no tenga problema alguno. Como lo indican Díez & Moulines (1997, 293-295), la cuestión es aún insatisfactoria porque hablar de "reducción" implica "eliminación" y una *reducción parcial es una no reducción*; peor aún, si hay indeterminación en la adjudicación de la propiedad, ni siquiera podríamos hablar de reducción en sentido estricto.

Enunciado Ramsey

El criterio propuesto por Ramsey no era un intento de eliminación o reducción de elementos teóricos en elementos empíricos. Una de las dificultades que suscitaron los criterios anteriores fue precisamente que durante mucho tiempo se consideró que las reglas de correspondencia deberían adoptar la forma de enunciados reductivos que permitieran expresar lo teórico en términos meramente observacionales. De ahí que se considerara el problema del contenido empírico como un asunto de definición. Ahora, esta interpretación parece implicar que los enunciados observacionales (definición) deben establecer *condiciones necesarias y suficientes* para los enunciados y términos teóricos a definir (Díez & Moulines, 1997).

El enunciado Ramsey (Díez & Moulines, 1997; Hempel, 1958; Ramsey, 1931; Shapere, 1965), por su parte, tiene dos ventajas: la primera es que la relación entre enunciados teóricos y enunciados observacionales no es analítica, pues no se trata ya de establecer el significado de los teóricos, sino de establecer sus consecuencias empíricas (que bien podrían ser indirectas); lo segundo, derivado de lo anterior, es que la relación entre lo teórico y lo observacional es relativa a la teoría Ramseificada.

Anteriormente establecimos la siguiente notación:

$$T = (C, R) \text{ y } L = (V_t, V_o)$$

Adicionalmente,

$V_t (t_1 \dots t_n)$, son los elementos del vocabulario teórico y,

$V_o (o_1 \dots o_n)$, los elementos del vocabulario observacional.

Puesto que en C y R está contenido todo el vocabulario descriptivo de T, entonces

$T (t_1 \dots t_n, o_1 \dots o_n)$ que es un predicado en el cual se relacionan ambos vocabularios

Ahora bien, la propuesta de Ramsey es la siguiente:

Para que la extensión de los elementos del vocabulario teórico sea interpretativa y no una referencia directa, entonces reemplazamos las *constantes* descriptivas de V_t , por *variables* de una clase mayor, $X_1 \dots X_n$; y luego las cuantificamos existencialmente. Así obtenemos:

$$T_R \exists X_1 \dots \exists X_n T(X_1 \dots X_n, o_1 \dots o_n)$$

Este predicado tiene la ventaja de que el vocabulario teórico queda abierto a interpretación; así mismo, el problema ontológico de los términos teóricos queda neutralizado, puesto que el compromiso solamente es con respecto a las interpretaciones que se den al vocabulario en el contexto de una teoría particular. Así el enunciado Ramsey supera las dificultades atribuidas a los criterios anteriores.

Sin embargo, puesto que el predicado T_R se obtiene por una transformación del predicado T , tenemos que:

Si T , entonces T_R

Y, por Modus ponens, podemos inferir que T_R es verdadero si T es verdadero. El problema es que T_R puede ser verdadero, aunque T sea falso. Esto se debe a que en T_R los elementos de V_t son *variables* de una clase mayor (segundo orden), lo cual quiere decir que pueden ser verdaderas bajo diferentes interpretaciones; por el contrario, en T , los elementos de V_t son *constantes* descriptivas “primitivas” (primer orden), lo que quiere decir que sólo pueden ser verdaderas bajo una interpretación. La consecuencia es que aún si T_R fuera verdadero bajo *alguna* interpretación, no podríamos afirmar la verdad de T , sin caer en una falacia de afirmación del consecuente. En otras palabras, tampoco podemos justificar T vía T_R , dado el problema deductivo descrito antes.

Podemos sacar una conclusión hasta este punto. La distinción “teórico/observacional” *parece* un supuesto fundamental en el análisis de la estructura de las teorías científicas. En lo que va del análisis ha estado presente todo el tiempo. Pero esa “ventaja”, como la llamaba Carnap, ha llevado al planteamiento de la pregunta acerca de la relación entre ambos aspectos. Las reglas de correspondencia *parecían* la respuesta apropiada a esa pregunta. Pero una formulación de esas reglas que satisfaga todos los requisitos lógicos, metodológicos y epistemológicos esperados se ha mostrado difícil de lograr, como lo muestra el análisis anterior de la verificación, los enunciados de reducción o confirmación gradual y el enunciado Ramsey. Las posibles soluciones serían o bien aceptar que la relación entre ambos aspectos es un “milagro” o que el análisis de teorías científicas es una mera ilusión o que el punto de partida, la distinción “teórico/observacional”, estaba equivocada y de allí surgieron las dificultades.

La discusión parecía haber llegado a un punto “muerto”. La tarea de hallar una formulación aceptable para las reglas de correspondencia no satisfacía las expectativas esperadas: lograr un puente semántico apropiado entre los aspectos lógico-matemáticos y empíricos de una teoría científica. El análisis debía tomar otro rumbo que permitiera avanzar en la caracterización del contenido empírico de teorías. La intuición inicial del análisis vendría en términos de la tercera alternativa de las que acabamos de mencionar: evaluar la pertinencia epistemológica y metodológica de la distinción “Lenguaje teórico/Lenguaje observacional”.

El problema de la distinción “LT/Lo” en la justificación de teorías¹¹

La distinción teoría/observación tiene como base distinguir entre dos tipos de lenguaje: uno teórico que corresponde a los términos y enunciados lógicos, matemáticos y teóricos: electrones, campos electromagnéticos, etc., leyes teóricas; y otro observacional donde están contenidos los términos y enunciados de fenómenos observacionales: caliente, frío, más alto que, más caliente que, etc. los términos y enunciados del lenguaje teórico, según Carnap (1956) son los más problemáticos porque debido al estatus epistémico que ocupan es difícil fijar su significado o referencia. En la tradición de filosofía de la ciencia se conoce como el *problema de los términos teóricos* al desafío lógico, semántico y epistemológico para establecer el significado y la referencia de términos como “neutrino”, “electrón”, “campo”, entre otros, que son constitutivos de las teorías en el sentido de que sin ellos difícilmente podría una teoría cumplir con su función básica de explicar y predecir fenómenos naturales.

Como vimos en el apartado anterior, parte del esfuerzo lógico y filosófico de los *positivistas*¹² fue dedicado a tratar ese problema. También vimos que los esfuerzos no condujeron a una salida satisfactoria y que cada uno de los intentos encontró serias dificultades. Por otro lado, la situación de los “observacionales” parecía menos problemática. Un término como “áspero”, por ejemplo, no parece presentar dificultades para establecer si un objeto cualquiera tiene o no esa cualidad: “la lija

¹¹ Lenguaje teórico/ Lenguaje observacional.

¹² Aunque no exclusivamente ellos. Bridgman, por ejemplo, en su *Operational Analysis* (1938) también discutió y propuso una solución a este “problema”; tenemos a Waismann, entre otros, que difícilmente podríamos llamar *Positivistas Lógicos*.

es ‘áspera’”, basta con que usted o yo pasemos nuestro tacto por su superficie o frotemos la lija en nuestra piel para saber que es así. Es decir, los términos observacionales son decidibles con relativa facilidad en la experiencia cotidiana. De hecho, así parece entenderlo el mismo Carnap (1956, 38):

The observation language uses terms designating observable properties and relations for the description of observable things or events.

I shall leave aside the problem of a criterion of significance for the observational language, because there seem to be hardly any points of serious disagreement among philosophers today with respect to this problem, at least if the observation language is understood in the narrow sense indicated above.

En lo que sigue de este capítulo quiero revisar tres dificultades que se desprenden de la distinción teoría/observación y, específicamente, que se desprenden de la definición anterior de Carnap del lenguaje observacional. Según la cita anterior el aspecto semántico del lenguaje observacional no es un *problema* como en el teórico. En efecto, la *experiencia* y la *observación directa* de las cosas o eventos permite determinar sus propiedades; pero el asunto no es tan claro como parece estar diciendo Carnap, porque tenemos que precisar las tres locuciones anteriores: “experiencia”, “observación” y “directa”; pues tienen implicaciones epistemológicas que debemos analizar para aclarar la definición de Carnap.

Experiencia. ¿Subjetiva o intersubjetiva?

Las reglas de correspondencia “proveen” el contenido empírico al cálculo axiomático, pero ese contenido empírico debe pertenecer al terreno de la *experiencia*. Para los positivistas el problema fue determinar de manera clara qué es la experiencia, puesto que, al fin y al cabo, es en ella donde se funda el contenido de una ciencia empírica. La versión *fenomenalista* intentó caracterizar los enunciados de observación como reportes de experiencias subjetivas (Carnap, 1928; Hempel, 1952). En ese caso estaríamos enfrentando la dificultad de cómo sería posible, entonces, la justificación de una teoría por la experiencia si lo que una persona reporta como su experiencia propia, puede no coincidir con mi experiencia o la de otra persona. No se logra ver cómo sería posible la ciencia como empresa comunitaria que implica la necesidad de que los resultados experimentales sean susceptibles de iteración. En efecto, si, como dice Hempel (1952, 674), *such*

experiential data might be conceived of as being sensations, perceptions, an similar phenomena of immediate experience. Entonces la ciencia podría caer en un *solipsismo* difícil de superar. Un reporte experimental en el que están descritas las percepciones internas (subjetivas) de un sujeto podría no decir absolutamente nada a otro investigador interesado en el tema o encargado de evaluar los resultados de su colega (como pasa a menudo en la ciencia: unos evalúan el trabajo de otros para dar legitimidad a los resultados).

Para evitar ese tipo de inconvenientes se llegó al acuerdo entre los positivistas (Carnap, 1931; Neurath, 1932) de que era mejor hablar de experiencia *intersubjetiva*. En efecto, la ciencia no es una empresa que pueda realizarse por una persona aislada; por el contrario, la legitimidad de lo que puede o no aceptarse como una descripción correcta de un resultado experimental depende en gran medida de que la *comunidad científica* pueda decidir acerca de ello. Pero en el caso de reportes de experiencias privadas la tarea parece insostenible si tenemos en cuenta que junto a la infalibilidad *puede* venir la incorregibilidad. Por eso es importante desarrollar instrumentos experimentales (termómetros, unidades de medida, cronómetros, etc.) que permitan superar las dificultades que implica el subjetivismo: no es lo mismo que en un reporte diga “me pareció que el líquido estaba caliente” a que diga “la temperatura era de 50°C”. Obviamente es preferible un reporte experimental de la segunda clase, porque da la posibilidad de que otro investigador pueda *replicar* las condiciones de laboratorio (o de toma de las muestras en caso de que haya sido un trabajo de campo lo cual también es bastante común en el trabajo científico).

Un argumento en contra de lo anterior podría ser el siguiente: el acuerdo intersubjetivo por sí mismo no puede ser el criterio para decidir la calidad de un experimento y su respectivo reporte, pues la historia de la ciencia *muestra* que en varias ocasiones la comunidad científica ha estado de *acuerdo* y ha presentado algún resultado experimental como prueba de alguna teoría, pero tiempo después se dan cuenta de que estaban errados. Lastimosamente, el mismo argumento histórico se puede usar para “probar” la tesis contraria: que algunos acuerdos no eran errados. De tal manera que si el mismo argumento sirve para sustentar ambas posturas (contrarias), entonces no podemos inclinarnos por alguna de las dos a partir de él. Lo segundo que podemos contestar es que aun aceptando (y de eso no hay duda alguna) que algunos acuerdos pasados han sido errados no debemos sorprendernos puesto que una de las características de la ciencia es la *autocorrección* teórica y experimental (McIntyre, 2019). Es decir, los experimentos pueden modificarse con el uso

de instrumentos más precisos o mejor calibrados, lo cual implica ajustes teóricos. Contrario a lo que alguien pudiera afirmar no hay aquí un escepticismo disfrazado. No hay razón para que el científico no confíe en los instrumentos experimentales a su disposición en un determinado momento y en los resultados obtenidos con ellos, aunque, obviamente, esos instrumentos puedan mejorarse o recalibrarse en el futuro para obtener resultados más precisos.

Observación directa. ¿Perceptual “desnuda” o con ayuda de instrumentos?

Subsidiaria a la distinción teoría/observación está la distinción observable/inobservable. Esta última pretendía establecer un criterio más o menos claro de cuáles entidades eran teóricas y cuáles no-teóricas. Así, por ejemplo, una entidad teórica era aquella que no interactuaba con nuestros sentidos, *inobservable*, mientras que una entidad no-teórica, sí lo hacía: los términos “duro”, “caliente”, “rojo”, etc., son ejemplos de entidades observables; los términos “electrón”, “protón”, etc., no son observables y, por tanto, son teóricos. La cita anterior de Carnap sigue de cerca esa distinción. Lo anterior implica que la “observación” tiene una relación inmediata con los sentidos. Pero es justo preguntarnos si ese criterio (filosófico, no científico) corresponde con la práctica científica. Si aceptamos que “observable” es “perceptual”, entonces tenemos que excluir la observación mediada por “instrumentos”. En ese caso tendríamos que términos como “temperatura”, “presión”, entre otros, no son observables, sino teóricos. Pero en la práctica científica resulta difícil sostener que una medida de temperatura o presión, que están mediadas por instrumentos, no sean observables, debido a la relativa facilidad con que pueden adquirirse; de hecho, la invención de nuevos instrumentos de laboratorio más precisos y con mayor alcance tiene como objetivo mejorar la *observación* de cosas o eventos: balanzas, termómetros, microscopios, telescopios, etc., cumplen con esa función y, difícilmente, un científico negará que *observó* a Júpiter al usar su telescopio o que *observó* una bacteria al usar su microscopio.

La lista se puede alargar si vamos analizando casos cada vez más complejos como observar la trayectoria de los electrones en una cámara de burbujas u observar neutrinos por sus interacciones con el Cloro-37, etc. La conclusión que podemos sacar es que no tenemos razones para pensar que la observación deba estar restringida a la percepción “desnuda”, y que, por tanto, la distinción observable/inobservable, planteada en los términos anteriores, es irrelevante para la práctica científica. Las dificultades de esa distinción fueron ampliamente señaladas y analizadas (Achinstein, 1965; Maxwell, 1962; Shapere, 1965) y con el tiempo Carnap aceptó dos aspectos

importantes de la práctica científica: primero, que la distinción observable/inobservable carece de interés científico, porque los instrumentos (nuevos y mejores) pueden hacer que la distinción fluctúe: lo que antes era inobservable luego es observable (como el caso de Júpiter y sus lunas o el átomo, etc.); y segundo que en caso de aceptarse la distinción con fines puramente metodológicos no hay que perder de vista que no es una distinción absoluta, sino una línea continua que varía en grados según los instrumentos y métodos de observación que se usen (Carnap, 1966, 225-231):

There is no question here of who is using the term “observable” in a right or proper way. There is a continuum which starts with direct sensory observations and proceeds to enormously complex, indirect methods of observation. Obviously no sharp line can be drawn across this continuum; it is a matter of degree.

Todo este análisis del *problema de la observación* que hemos realizado puede resumirse con las siguientes palabras Kuhn (1962):

No language thus restricted to reporting a world fully known in advance can produce mere neutral and objective reports on “the given”. p 127

As a result of the paradigm-embodied experience of the race, the culture, and, finally, the profession, the world of the scientist has come to be populated with planets and pendulums, condensers and compound ores, and other such bodies besides. p 128

En la cita, el autor señala un problema complejo para la filosofía de la ciencia: cómo se justifica una teoría y qué rol desempeña la experiencia en esa justificación. Intuitivamente, no parece haber problema alguno; en efecto, se puede creer a la ligera, que las teorías se contrastan con la experiencia y los resultados determinan si la teoría es correcta o no. Sin embargo, a esa idea intuitiva de justificación subyacen las implicaciones que tiene para la misma la forma como caractericemos qué se entiende por experiencia. Para el caso de los positivistas, la experiencia era entendida como reportes empíricos neutrales o, como el autor de la cita lo llama, “lo dado” (the given), pero ya hemos analizado los inconvenientes que genera dicha tesis¹³ y, por tanto, la impertinencia de asignarles el rol de justificación teórica. En síntesis, parece poco útil presentar la

¹³ Sobre este tema volveremos con empirismo constructivo en el tercer capítulo.

experiencia, entendida en el sentido positivista, como base empírica para determinar el valor epistémico de una teoría.

Parece, entonces, más plausible entender la experiencia, siguiendo a Hanson, Kuhn y otros, desde el punto de vista de la tesis de la “carga teórica”, tesis que es recogida por los estructuralistas en su concepción de teoría y más exactamente en lo que llaman *aplicaciones intencionales*. Analizar estos aspectos es el propósito del siguiente capítulo; pero también ver algunas dificultades propias de la tesis de la carga teórica en su aplicación en la justificación de teorías. Insisto, la caracterización que se haga de la experiencia o base de contrastación tiene repercusiones que no podemos menospreciar en la justificación teórica.

Capítulo II: Concepción estructuralista de teoría científica

En la concepción estructuralista de teoría científica se dice que sus tesis son neutrales respecto a compromisos epistemológicos, puesto que su análisis es meramente estructural (Balzer et al., 1987; Diederich, 1996; Díez, 2002; Van Fraassen, 1980). En efecto, la presentación de una teoría mediante sus modelos¹⁴ implica que el “contenido” queda sujeto a las interpretaciones que los usuarios quieran asignarle, según criterios de diversa clase (metafísicos, teóricos, ontológicos, pragmáticos, etc.). Esto quiere decir que el estructuralista, no se compromete con el estatus epistemológico u ontológico de los lenguajes o términos y las entidades referidas por ellos en su uso teórico, sino con asignarles un lugar en la estructura de la teoría.

En ese sentido, el punto clave para el estructuralista es determinar los modelos de una teoría y las relaciones formales-estructurales entre ellos. En términos generales, que se ampliarán más adelante, se distinguen dos tipos de lenguajes: T-teórico y T-no-teórico. Esta distinción es importante porque permite adelantar dos tareas fundamentales. La primera es que divide la teoría en aspectos puramente formales (modelos teóricos), aspectos empíricos (aplicaciones intencionales) y una relación o función semántica entre ambas (aserción empírica). Lo segundo es que permite establecer un criterio de teoriedad relativo y pragmático. Ampliemos un poco ambas ventajas.

La primera ventaja se puede apreciar al tomar una teoría y dividir la totalidad del lenguaje que utiliza y separar los términos que son propios de ella, porque dependen de sus leyes fundamentales

¹⁴ Es importante aclarar lo siguiente: en la concepción semántica de teoría la noción de “modelo” no es equivalente a la que podemos encontrar en lógica (como la propuesta por Tarski, 1954). En efecto, la noción de Tarski, implica la formalización sintáctica en un lenguaje lógico específico, más un criterio (también formal) de interpretación. Mientras que, en la concepción semántica, un modelo teórico es una estructura que satisface las restricciones o leyes de la teoría misma, pero que no requiere su formalización en un lenguaje lógico específico (si así fuera, tendría los mismos problemas de la concepción sintáctica de teoría, discutida en el primer capítulo). Más aún, un modelo teórico puede no ser formalizable o axiomatizable en ningún sentido epistémicamente interesante y, aun así, tendría lugar en la concepción semántica de teoría. Esto quiere decir que, para esta última, un modelo teórico puede ser expresado o presentado de diversas formas porque el lenguaje en que ello se haga no afecta su utilidad en la presentación de la teoría. En otras palabras, se puede ser semanticista y, sin embargo, diferir en cuanto la forma como se presentan los modelos de la teoría en estudio. El estructuralismo y el empirismo constructivo son dos ejemplos claros de ello: para los estructuralistas, los modelos teóricos se presentan en un enunciado conjuntista de la forma “ x es un modelo de la teoría... $\text{sys def. } \beta(x)$ ”, donde “ $\text{def. } \beta(x)$ ” define o estipula las condiciones y restricciones que una estructura debe satisfacer para ser modelo de la teoría. Mientras que en el empirismo constructivo los modelos se presentan en un “espacio de estados o fases” con tantas dimensiones como parámetros relevantes tenga la teoría. En este capítulo vamos a tratar la noción de modelo de los estructuralistas. Para ampliar la del empirismo constructivo (Capítulo III: Concepción de teoría científica en el empirismo constructivo).

(T-teóricos) y dejar en otro “lado” los que no son introducidos por ella, sino que pertenecen al lenguaje antecedente o lenguaje que los científicos ya usaban (T-no-teóricos). Con esta distinción en el lenguaje, ya tenemos la separación entre modelos teóricos y modelos parciales¹⁵. Adicionalmente, tenemos que los científicos pueden “seleccionar” algunos modelos parciales (aislados o en conjunto) y aseverar que son aplicaciones intencionales de los modelos teóricos. Hasta aquí la descripción general del “elemento teórico” de la concepción estructuralista –que ampliaremos más adelante–.

No obstante, en el presente texto me propongo mostrar que, primero, no hay neutralidad epistemológica en la noción de “aplicaciones intencionales” de la concepción estructuralista y, segundo, que de lo anterior se deriva un compromiso epistémico que compromete la justificación teórica (Guerrero Pino, 2003). Para lograr lo anterior me propongo analizar las dificultades que entraña la caracterización semántica de los términos T-no-teóricos, para la noción de “aplicaciones intencionales” y el rol que juegan en la contrastación teórica. Una de las consecuencias más relevantes del análisis propuesto es que los términos T-no-teóricos pueden llevar a tener que aceptar un coherentismo interteórico; es decir, que unas teorías se justifican por otras.

Teorías: estructura

Para la concepción estructuralista (Díez & Moulines, 1997; Moulines, 1982; Stegmüller, 1981) una teoría está conformada formalmente por el par ordenado $T = (K, I)$, donde “K” es el *núcleo* teórico o conjunto de modelos e “I” que son las *aplicaciones intencionales* o parcelas del mundo a las cuales se *pretenden* aplicar los modelos. Sin embargo, ambos componentes de la teoría poseen elementos internos que debemos precisar.

La estructura interna del Núcleo (K) de la teoría (Díez & Moulines, 1997, 356) está dada por el enunciado conjuntista $K = (Mp, M, Mpp, GC)$. Cada sigla representa en su orden: Modelos Potenciales, Modelos (actuales), Modelos Potenciales Parciales, y Constricciones Globales. Los

¹⁵ En términos generales, un modelo teórico es la estructura que involucra las leyes y el lenguaje propios de la teoría, por eso es T-teórico; y un modelo parcial es la estructura “empírica” (modelo de datos), descrita en términos impropios de la teoría (para evitar la autojustificación), por eso es T-no-teórico. La idea es que el modelo parcial se pueda subsumir en el modelo teórico, pero ello solamente es posible si satisface las restricciones impuestas por este último. Véase (Contenido empírico: aplicaciones intencionales).

modelos potenciales implican todo el aparato conceptual de una teoría, es decir, todos los conceptos que aparecen en ella y que sirven para describir los axiomas propios e impropios de la teoría en cuestión. Por ejemplo, en la mecánica clásica aparecen conceptos propios de la teoría (fuerza y masa) y conceptos impropios o anteriores a ella (posición, tiempo, velocidad, espacio); los modelos actuales son estructuras que satisfacen los axiomas propios (“Leyes de Newton”); los modelos potenciales parciales incluyen solamente conceptos impropios de la teoría; y las constricciones globales son leyes “especiales” que establecen grupos de modelos potenciales que comparten información. Por ejemplo, el sistema tierra-luna y el sistema tierra-sol son modelos potenciales de la mecánica clásica que tienen en común la masa de la tierra, así que es posible establecer una ley especial que establezca que la masa de la tierra debe ser la misma en ambos modelos.

La intuición filosófica que hay detrás de la anterior distinción de modelos es la siguiente (Cárdenas, 2014): los reportes de observación no son neutrales como los positivistas afirmaban, sino que los conocimientos teóricos previos de los científicos determinan en gran medida las *descripciones* empíricas que hacen. En efecto, recordemos que los positivistas tuvieron problemas para establecer la base empírica de las teorías, debido a la división insatisfactoria del lenguaje en teórico/observacional. Los problemas surgieron, principalmente, porque fue imposible encontrar un criterio semántico que permitiera la “reducción” de los primeros a los segundos; y la siguiente reacción de los historicistas en contra de la tesis de la neutralidad del lenguaje observacional¹⁶.

Para evitar la dificultad y dar cabida a los argumentos de los historicistas se reemplazó la distinción anterior por un criterio de teoricidad más adecuado: T-teórico/T-no-teórico. Un concepto es T-teórico si pertenece a la teoría en cuestión (masa y fuerza, para la mecánica) y es T-no-teórico si no pertenece a ella (posición, tiempo y espacio no pertenecen a la mecánica).

Pues bien, si un concepto es T-no teórico, si es “anterior” a T, entonces tendrá al menos algunos procedimientos de determinación independientes de T; en cambio si es T-teórico, si es propio de T, su determinación depende siempre de T. (Díez & Moulines, 1997, 355)

¹⁶ Gran parte de la crítica que se menciona está fundamentada en la tesis de la “carga teórica” de la observación (Achinstein, 1965; Feyerabend, 1962; Hanson, 1958; Kuhn, 1962).

La introducción de este criterio de teoricidad sirve también para separar el aparato formal de la teoría del contenido “fáctico”. Los modelos actuales (M) de la teoría que incluyen los conceptos T-teóricos (fuerza y masa), las leyes de la teoría (y las leyes especiales, GC) constituyen las herramientas lógicas y matemáticas que introduce la teoría y que cumplen las funciones explicativas y predictivas de la misma y los modelos parciales (Mpp) que incluyen solamente conceptos T-no-teóricos son los que sirven para describir los fenómenos que pueden ser subsumidos en los modelos actuales. Por ejemplo, un auto subiendo una pendiente es un Mpp de la mecánica de Newton y se puede describir asignando una *posición*, un *tiempo* y un *espacio* al desplazamiento del vehículo; en otras palabras, la descripción del fenómeno es T-no-teórica (respecto a la mecánica), pero le podemos *aplicar* un modelo actual (M) que permita explicar su comportamiento en términos de fuerza y masa, según las leyes del movimiento.

Formalmente, ello se traduce en que cada aplicación pretendida es un determinado sistema que contiene exclusivamente entidades T-no teóricas. Cada aplicación pretendida es entonces un determinado modelo parcial y el conjunto I de todas ellas es por tanto cierto subconjunto de Mpp: $I \subseteq \text{Mpp}$. (Díez & Moulines, 1997, 357)

Ahora bien, la ciencia empírica no es meramente una estructura lógico-matemática cuyos valores de verdad se establezcan *a priori*, sin una base empírica contrastable; esto la diferencia de la matemática y la geometría. Por el análisis anterior queda establecido que las aplicaciones intencionales ($I \subseteq \text{Mpp}$) son subestructuras o modelos que juegan el rol de “base empírica” en este tipo de teorías o, dicho de otro modo, son las porciones del mundo o “fenómenos” a los cuales se *pretenden* aplicar los modelos (M). Sin embargo, también debe estar claro que estas subestructuras no son algún tipo de “fenómenos brutos” o “experiencia neutral” como pensaron los positivistas en su momento, sino que ellas son teóricas respecto a una teoría previamente disponible.

El término “pretenden” es importante en la medida que nos indica que los modelos (M) no tienen un objetivo empírico fijado por la teoría misma, lo cual implicaría que las teorías se auto justifican¹⁷, es decir, que son verdaderas en virtud de sus componentes teóricos sin contrastación

¹⁷ En el siguiente capítulo (Capítulo III: Concepción de teoría científica en el empirismo constructivo) voy a tratar este problema de la *auto-justificación* teórica.

empírica, como la geometría¹⁸. Por el contrario, es importante subrayar que son los científicos o comunidades científicas quienes, según criterios prácticos y supuestos de diversa clase (metafísicos, éticos, etc.), determinan a qué fenómenos se van a aplicar los modelos (M). Finalmente, estos fenómenos a los que una comunidad científica pretende aplicar los modelos de la teoría es lo que el estructuralismo denomina “aplicaciones intencionales” (I).

Por tanto, si queremos saber si los cálculos teóricos predichos por los modelos (M) son correctos, debemos someterlos a prueba empírica por medio de las aplicaciones intencionales (I). Si coinciden¹⁹ podemos decir que la teoría es correcta o verdadera (los mismos estructuralistas aceptan esa noción de verdad derivativa²⁰); si no coinciden, entonces la teoría debe someterse a revisión y algunas de sus “partes” tienen que cambiarse o ajustarse. Este es el problema de la justificación; es decir, cómo llegamos a aceptar que nuestra creencia en la verdad de una teoría está justificada.

En suma, las teorías tienen alguna(s) relación(es) con los fenómenos y esa relación es la que nos lleva a aceptar o creer en las teorías. En términos estructuralistas, el núcleo teórico se justifica por su relación con las aplicaciones intencionales. Esto nos deja con que la justificación teórica, en

¹⁸ Esta es una diferencia importante entre las teorías de la ciencia empírica y las ciencias formales: lógica, matemática y geometría. Mientras que la ciencia empírica requiere que sus cálculos sean contrastables en la experiencia, las ciencias formales, no: una regla de inferencia lógica, una ecuación o el teorema de Pitágoras, son verdaderas (tautológicas) en virtud de los términos que las componen, sin verdades analíticas; por el contrario, una teoría científica no puede ser una verdad analítica. La decisión sobre su valor veritativo debe implicar, en algún sentido epistémico relevante, la experiencia empírica objetiva. Un buen ejemplo es la predicción de la *precisión del perihelio* de Mercurio: según las observaciones la oscilación es de 574,10”, pero la Gravitación newtoniana daba una cifra de 531”, quedando un desfase de 43,10”; con la Relatividad General, Einstein, logró una predicción de 574,64”. Este resultado fue decisivo para la aceptación de la Relatividad General por la comunidad científica, incluso antes de que Eddington pudiera *verificar* la predicción de la curvatura de la luz en 1919 (otro ejemplo de relación teoría/experiencia).

¹⁹ No se trata de “coincidencia” exacta exclusivamente. Es más, rara vez la coincidencia es *exacta*; para un científico o una comunidad científica la *aproximación* puede ser suficiente para aceptar la validez de la prueba. El ejemplo de la nota anterior es relevante también aquí: la predicción de la Relatividad General (574,64”) no es exacta respecto a las observaciones (574,10”), pero su aproximación es mucho mayor que la de Newton. Nuevamente, el criterio es práctico y valorativo.

²⁰ Díez & Moulines (1997) afirman que los modelos teóricos, puesto que son estructuras, no son susceptibles de verdad o falsedad; sin embargo, los modelos teóricos están vinculados a los modelos de datos por una *aserción empírica*, que sí es susceptible de verdad o falsedad. En términos generales, la aserción empírica es la que permite *subsumir* los modelos de datos en algún modelo teórico, si la subsunción es exitosa, esto es, si los modelos de datos se comportan como los modelos teóricos dicen que deben comportarse (predicciones), entonces, la aserción empírica es verdadera y, por derivación, la teoría, también; si la subsunción no es posible, la aserción es falsa y, por derivación, la teoría también. Esto último no implica un *falsacionismo* al estilo de Popper, sino que la teoría debe someterse a revisión para determinar y corregir los aspectos problemáticos, como sugieren Lakatos y Kuhn.

parte, depende de qué supuestos y conceptos se pongan en marcha para caracterizar las aplicaciones intencionales.

Contenido empírico: aplicaciones intencionales

El par ordenado (K, I) reúne los elementos de una teoría empírica, donde K , contiene los elementos formales e I contiene la base de contrastación de K . Pero esto es aún insuficiente. En efecto, para que los modelos de la teoría sean “aplicables” a los sistemas empíricos definidos por I , hace falta un “puente” que establezca la relación semántica entre ambos; es decir, un enunciado que *afirme* que alguno o algunos de los modelos empíricos *son* o se comportan según lo establecen las leyes de la teoría. Según la concepción estructuralista ese puente semántico está dado por la “aserción empírica”. La noción intuitiva de aserción empírica es la siguiente: los fenómenos empíricos encajan en la teoría. También podemos expresarlo de la siguiente forma: la teoría es aplicable a la experiencia o este o aquel fenómeno es explicable por la teoría, etc.

Para los estructuralistas, la aserción empírica puede formalizarse correctamente por medio del “Enunciado-Ramsey-Sneed” (Díez & Moulines, 1997; Moulines, 1982; Stegmüller, 1981). Pero, veamos primero los elementos básicos:

$T(t_1 \dots t_n, o_1 \dots o_n)$ es un predicado (de primer orden) que relaciona el vocabulario teórico ($V_t: t_1 \dots t_n$) con el vocabulario observacional ($V_o: o_1 \dots o_n$); pero es deficiente, porque los términos teóricos serían constantes descriptivas de primer orden que no dan cabida a interpretaciones empíricas variadas. En otros términos, el predicado anterior expresa que una teoría (T) está compuesta por *términos teóricos* (t) y *observacionales* (o); y que a cada “ t ” le corresponde un “ o ” ($t_1 \dots o_1, t_2 \dots o_2$, etc.) que es su significado empírico.

Ahora, la propuesta de Ramsey (1931) es la siguiente:

para establecer el significado (empírico) de los términos teóricos reemplazamos las *constantes descriptivas* de V_t , por *variables* de una clase mayor, $X_1 \dots X_n$; y luego las cuantificamos existencialmente. Así obtenemos el siguiente predicado (de segundo orden):

$T_R: \exists X_1 \dots \exists X_n T(X_1 \dots X_n, o_1 \dots o_n)$

Lo que expresa el predicado es que una teoría Ramseificada (T_R) está compuesta por *variables teóricas* (X) y *términos observacionales* (o); y que a cada “ X ” le corresponde *algún* “ o ” ($X_1 \dots o_1 \dots o_2 \dots o_n$) que es su significado empírico.

Este predicado tiene la ventaja de que el vocabulario teórico queda abierto a la interpretación empírica que los científicos quieran asignarle y el “problema ontológico” de los términos teóricos queda neutralizado, puesto que el compromiso solamente es con respecto a las *interpretaciones* que se den al vocabulario en el contexto de una teoría particular.

Sin embargo, para los estructuralistas el Enunciado-Ramsey sigue teniendo dos defectos fundamentales: supone que las teorías son *conjuntos de enunciados* y que la *lógica de predicados* es la herramienta formal para analizarlas. En lugar de eso, aquellos, suponen que las teorías son *conjuntos de modelos* y que la *teoría de conjuntos* (informal) es la herramienta para analizarlas.

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos sintetizar el Enunciado-Ramsey-Sneed así: una aserción empírica es una expresión que dice que unos modelos (M_{pp}) se pueden *expandir* como modelos potenciales (M_p) de una teoría; y que, si además satisfacen las leyes de la teoría, serán modelos actuales (M) de la misma. En otras palabras, si una *aplicación intencional* se logra *subsumir* en la teoría, entonces es un *modelo actual* de ella. Esta es la versión modelo-teórica de la “noción intuitiva” de aserción empírica.

Pero veamos su formalización (Falguera, 1984; Stegmüller, 1981):

Sea,

M , un modelo actual de una teoría

M_p , un modelo potencial

M_{pp} , un modelo parcial, y

E , una función de “expansión”

entonces,

$\forall M_p (M_p \mathbf{E} M_{pp} \wedge M_p \in M)$

Como puede apreciarse esta noción básica de *aserción* es aún muy general. En efecto, nótese que el enunciado dice que “cualquier” M_{pp} puede ser M (la relación es transitiva); sin embargo, difícilmente es así, no cualquier modelo parcial puede “convertirse” en modelo de la teoría. Las teorías también tienen *restricciones* que establecen criterios adicionales para que una aplicación intencional pueda o no ser un modelo de la teoría:

Sea $T(u, v, w)$ una restricción (entre otras que podrían adicionarse)

Finalmente²¹, tendríamos la siguiente expresión o aserción empírica,

$$\forall Mp (Mp \in M_{pp} \wedge T(u, v, w) \wedge Mp \leq M)$$

En conceptos estructuralistas, podemos parafrasear la expresión anterior así:

[...] el ‘enunciado Ramsey-Sneed’ afirma que los ‘modelos potenciales’ que son expansión de los ‘modelos potenciales parciales’ de la teoría en cuestión, son sistemas que satisfacen las leyes fundamentales de la teoría con subsistemas que satisfacen las leyes especiales [restricciones] de la teoría²². (Falguera, 1984, 52)

Desde el punto de vista estructuralista, su versión del análisis meta-teórico es más satisfactoria que la versión positivista en algunos elementos fundamentales:

1. Las teorías pasan de ser conjuntos de enunciados a ser conjuntos de modelos.
2. El lenguaje deja de ser teórico/observacional y pasa a ser T-teórico/T-no-teórico.
3. El análisis formal ya no depende de la lógica de predicados, sino de la teoría de conjuntos (informal).
4. La base empírica no está constituida por descripciones neutrales (lenguaje observacional), sino modelos potenciales parciales (M_{pp}) descritos en lenguaje previamente disponible (T-no-teórico).

²¹ Podríamos seguir adicionando restricciones al enunciado para limitar sus posibles aplicaciones intencionales. Para ampliar en este sentido (Falguera, 1984).

²² Corchetes añadidos.

Ahora debemos analizar el peso epistémico de esas diferencias. Por lo dicho más arriba, podemos afirmar que las diferentes clases de modelos (Mpp, Mp, M) y la distinción T-teórico/T-no-teórico; así como la herramienta de análisis (teoría de conjuntos), suponen que las teorías tienen dos componentes (uno formal y otro empírico) que se pueden distinguir de forma clara y que el análisis meta-teórico tiene como función establecer los criterios que permitan expresar adecuadamente esa “intuición”. Más aún, el estructuralismo supone que debe haber algún tipo de “puente” (aserción empírica) entre esos dos componentes que los ponga en relación semántica.

Recordemos que esos supuestos ya estaban presentes en las tesis positivistas, aunque con una formulación diferente. En efecto, el cálculo axiomático, el lenguaje observacional y las reglas de correspondencia también presuponían la distinción *forma/contenido* y la relación semántica entre ambas. Esto nos deja con la pregunta ¿tiene el estructuralismo “ingredientes neo-positivistas” como afirma Suppe (1979, 322; 1989, 19-20)?

Lorenzano (2013) sugiere que semejante interpretación de las tesis estructuralistas debe estar equivocada. “It must be said that the structuralist view doesn’t intend to provide criteria for delimiting the theoretical and non-theoretical *in general*” (p. 601). Lo que pretende el estructuralismo es establecer un criterio preciso (*precise criterion*) de T-teoricidad; es decir, un criterio que permita distinguir con claridad el lenguaje (T-teórico/T-no-teórico) que se emplea en una teoría para hacer afirmaciones empíricas con lenguaje teórico, pero sin caer en el problema de la autojustificación.

Lo que quiere decir lo anterior es que las teorías usan lenguaje teórico para describir los sistemas o modelos empíricos (aplicaciones intencionales), pero no hay autojustificación, porque este lenguaje no pertenece a la teoría en cuestión, sino a otras precedentes donde el criterio para determinar si un término es T-teórico o T-no-teórico viene dado por los “métodos de determinación” (*method of determination*) T-teóricos. En otras palabras, si, por ejemplo, calcular una función, i.e., masa o fuerza, implica las leyes de la teoría en cuestión, entonces se trata de un término T-teórico, respecto a la Mecánica; por el contrario, si no se requieren las leyes de la teoría para su cálculo, i.e., posición o tiempo, entonces es T-no-teórico, respecto a la Mecánica.

Thus, the structuralist concept of theoreticity is not absolute but relative to the very theory in question; it is not empiricist or positivistic, because it is not committed to

a notion of observability, but pragmatic because it is committed to a pragmatic notion of method of determination. (Lorenzano, 2013, 602).

A mi modo de ver, el argumento anterior es insatisfactorio por dos razones: primero, porque los positivistas, además de la distinción forma/contenido, ya contaban con un criterio de significación relativo y pragmático expresado en el enunciado Ramsey (1931), como ya vimos; segundo, porque no es muy claro cómo sea posible *evadir* la autojustificación en la concepción estructuralista, debido a que los modelos parciales (Mpp) que describen los sistemas empíricos están incluidos en el *núcleo* teórico. Recordemos que,

$T = (K, I)$, donde

$K = (M_p, M, M_{pp}, GC)$, e

$I \subseteq M_{pp}$

El otro aspecto que Lorenzano discute de la interpretación de Suppe está relacionado con la aserción empírica. Suppe (1979, 1989) critica del estructuralismo que el “enunciado Ramsey-Sneed” es una mera reformulación de las “reglas de correspondencia” positivistas. Según Lorenzano (2013), no se puede establecer una relación de semejanza entre las reglas de correspondencia y la aserción empírica, porque aquellas son formulaciones lingüísticas elaboradas en el marco de la concepción lingüística de teoría (conjuntos de enunciados) que los positivistas tenían; por el contrario, una aserción empírica es un “enunciado conjuntista” propio de una concepción modélica de teoría (conjuntos de modelos) “[...] treated in set-theoretic (model-theoretic) terms instead of in linguistic ones.” (p. 602)²³

Este argumento de Lorenzano tiene dos dificultades. La primera es que, como ya vimos, la aserción dice que *algunos* modelos (Mpp) que describen sistemas empíricos son *subsumibles* en los modelos (M) de la teoría; pero ya sabemos que unos y otros están incluidos en el *núcleo* teórico, así que volvemos al problema de la autojustificación. Dicho de otro modo, si ambos modelos pertenecen a *K*, entonces la aserción “empírica” parece analítica. La segunda dificultad es que, aun concediendo a Lorenzano las diferencias que hay entre la *formulación* lingüística y la modélica,

²³ Corchetes añadidos.

podemos ver que eso es solamente en la “letra”, porque en el “espíritu” –expresiones de Hempel– sigue sirviendo al mismo propósito: establecer la relación semántica entre la *forma* y el *contenido* que se supone están *claramente* separados en alguna teoría dada.

El problema de la distinción “T-teórico/T-no-teórico” en la justificación de teorías

En la concepción estructuralista el lenguaje que se usa en la ciencia está dividido en T-teórico y T-no-teórico. La “T” se refiere a la teoría que se pretende analizar en un momento determinado: en el caso de la Mecánica Clásica, algunos términos son propios de ella (T-teóricos) y otros pertenecen a otra(s) teorías (T-no-teóricos). Esto quiere decir que esa distinción de lenguajes no es absoluta, sino que es relativa a cada teoría, pero, también, quiere decir que algunas partes del elemento teórico, $T = (K, I)$, se describen por medio de la primera clase y otras por la segunda. Como ya el lector habrá intuido, los T-teóricos describen los modelos teóricos (M), mientras que los T-no-teóricos, describen las aplicaciones intencionales (I).

Lo anterior implica que los fenómenos que se pretenden “subsumir” en los modelos teóricos no se describen en los términos propios de la teoría (T-teóricos), para evitar, nuevamente, el problema de la autojustificación. Por el contrario, los fenómenos deben estar descritos en términos distintos (T-no-teóricos). Por ejemplo, si queremos subsumir el fenómeno “Bart sobre su patineta” en los modelos de la *mecánica clásica*, no podemos describirlo mediante los términos *masa* y *fuerza* que son T-teóricos respecto a la mecánica, sino que los describimos por su posición, velocidad, desplazamiento, tiempo (entre otros), y una vez hecho esto podemos utilizar las leyes del movimiento para calcular su masa y la(s) fuerza(s). Recuerde el lector los ejercicios básicos de física como proyectiles, péndulos, cuerpos en caída libre, etc.; todos esos son casos de fenómenos subsumibles en o aplicaciones intencionales de la mecánica.

En síntesis, podemos afirmar que, según la concepción estructuralista, cualquier teoría científica tiene un elemento teórico que contiene los modelos teóricos y las aplicaciones intencionales, $T = (K, I)$. Estas últimas se describen por medio de términos distintos a los introducidos por la teoría

en cuestión, es decir, *T-no-teóricos*²⁴. Pero aquí radica el problema de la postura estructuralista, puesto que no explica cuál es el rol o naturaleza *epistemológica* de estos términos T-no-teóricos y las consecuencias que tienen para la *justificación* teórica. Podría pensarse que son términos que describen de forma “cruda” la experiencia u observaciones de los sujetos. Si aceptamos esta tesis, tenemos que sortear las mismas dificultades que enfrentaron, infructuosamente, los positivistas²⁵.

Otro camino importante para entender los términos en discusión, T-no-teóricos, y que permite evitar las dificultades de la observación neutral o lo “dado”, es siguiendo la tesis “historicista” de la “carga teórica de la observación”, que implica procesos inferenciales y teorías previas. En efecto, para la adquisición de evidencia empírica científica epistémicamente relevante son pertinentes los procesos inferenciales de ciencias maduras como la física (Achinstein, 1965). Por ejemplo, para detectar la trayectoria de electrones en la cámara de burbujas el científico debe presuponer algunos conocimientos previos concernientes al tipo de fluido que se va a utilizar (Hidrógeno líquido por la temperatura y presión requeridas) ya que cualquier fluido no cumple con las especificaciones apropiadas: la presión que se ejerce sobre el líquido, el campo magnético que se aplica a la cámara para fijar la trayectoria de las partículas, etc. Todos estos supuestos hacen parte de los conocimientos previos que el investigador debe tener en cuenta para obtener evidencia epistémica útil en su experimento. Por el contrario, si insistimos en que la observación es una percepción directa del evento en cuestión, entonces tendríamos que rechazar este tipo de evidencia de la práctica científica. En efecto, el propósito de la cámara de burbujas (y todo el conocimiento previo que supone) es poder *detectar* las partículas con carga eléctrica lo cual se logra satisfactoriamente una vez cumplidas las condiciones requeridas, pero no es eso lo que *observamos* en la cámara, sino un rastro de burbujas²⁶.

Para saber que el rastro de burbujas observado es evidencia de que *hay* una partícula cargada en la cámara se requiere un complejo entramado de inferencias que tienen que ver con líquidos, temperatura, presión, campos magnéticos, etc., sin los cuales el mero hecho de observar la cámara

²⁴ Pueden existir teorías sin términos “T-no-teóricos”, como la psicología conductista. Con esta teoría solo tenemos conceptos T-teóricos como “estímulo” y “respuesta”.

²⁵ Ver en esta misma tesis: El problema de la distinción “ L_T/L_O ” en la justificación de teorías

²⁶ La expresión puede generar controversia, pues *parece* implicar algún compromiso de mi parte con la discusión realismo/antirrealismo con respecto a las entidades teóricas (“partículas cargadas”, en este caso); sin embargo, en este trabajo no estoy argumentando al respecto, así que no debe tomarse en un sentido literal. Como quedó dicho en la introducción, me interesa el problema epistemológico y sus implicaciones en la justificación de teorías, aunque tengo claro que la discusión mencionada también tiene implicaciones en la justificación.

no nos proporcionaría ningún tipo de información *relevante* (epistémicamente hablando) para el tipo de experimento que se está realizando. En otras palabras, si un lego en física observara la cámara no sabría de qué se trata lo que ve, porque no tiene el conocimiento previo requerido. De la misma forma, los antiguos miraban al cielo y creían que el sol giraba alrededor de la tierra (era lo que *observaban*) y no se preguntaban por los movimientos de rotación y traslación de la tierra, porque esos conceptos y el marco teórico al que pertenecen eran desconocidos para ellos. Por tanto, la observación “desnuda” o neutral de los eventos rara vez puede sugerir información importante o relevante al científico, quien debe apoyarse la mayoría de las veces en instrumentos o inferencias complejas para obtener evidencia útil.

Los argumentos anteriores llevaron al desarrollo de la *Carga Teórica* de la observación (Feyerabend, 1962; Hanson, 1958; Kuhn, 1962). Desde el punto de vista de estos autores la observación científica no es neutral ni está limitada a nuestras capacidades perceptuales; por el contrario, cada vez que un científico “observa” un evento (experimentalmente) no sólo observa el evento, sino que *observa que* ese evento se comporta de acuerdo a determinada teoría o conocimiento teórico precedente. Los ejemplos anteriores de la cámara de burbujas y el “movimiento” del sol sirven para ilustrar esto: el lego en física *observa* burbujas en la cámara o el movimiento del sol, pero el científico *observa que* hay partículas cargadas en la cámara o *que* se cumple el movimiento de rotación de la tierra.

En términos generales esa es la tesis de la *Carga Teórica*, pero podemos explorar un poco más sus implicaciones. Primero, podemos decir que no hay *percepción* neutra, sino que está cargada de teoría. Eso quiere decir que dos o tres científicos, al observar el *mismo* evento, pueden *describir* de forma *diferente* el evento observado. Esto se debe a que su formación académica, el entrenamiento que han recibido, los preparó para *observar que* (Hanson, 1958): el sol y las estrellas se mueven (Tycho Brahe) o *que* la tierra se mueve (Kepler); o que el mismo proceso de combustión (Kuhn, 1962) observado por Priestley *es* flogisto liberado u oxidación, según Lavoisier.

La diferencia entre la tesis de Hanson y la de Kuhn radica en que el segundo pudo ampliar más las implicaciones de la carga teórica al combinarla con la noción de “paradigma”²⁷ científico. Desde

²⁷ En la versión inicial de Kuhn, un paradigma o ciencia paradigmática se refiere al periodo de “ciencia normal”, durante la cual una comunidad científica acepta ciertas “realizaciones científicas pasadas” que sirven como fundamento o guía para la práctica científica. En ese sentido, un paradigma puede determinar cuáles son los problemas que la

este punto de vista dos científicos formados en tradiciones teóricas y prácticas científicas diferentes (paradigmas diferentes) no solamente describen los mismos eventos de forma diferente²⁸, también puede pasar (Kuhn, 1962, 127-129) que usen los mismos términos o palabras, pero entendiendo significados distintos con ellos: el término “planeta” no tiene el mismo significado para los copernicanos y los ptolemaicos; el término “péndulo” no tiene el mismo significado para los aristotélicos y los galileanos; el término “espacio” tiene significado diferente para un newtoniano y para un einsteiniano; etc. En cada uno de esos paradigmas científicos los términos adquieren significados distintos porque presuponen fundamentos teóricos y experimentales distintos, así como operaciones matemáticas o prácticas distintas (también hay presupuestos metafísicos y ontológicos distintos, etc.). Esa es la tesis de *Incommensurabilidad Semántica* (Kuhn, 1962), es decir, la tesis de que también hay *carga teórica semántica*: si los supuestos teóricos y prácticos cambian (paradigmas), también el significado de algunos términos cambia y, por tanto, las descripciones de los fenómenos, aunque se usen los mismos términos²⁹.

Por último, (Kuhn, 1962, 123-126) la carga teórica de la observación también puede afectar lo que un científico considere evidencia informativa relevante y lo que no. Frente al mismo evento: un “péndulo”, el supuesto aristotélico de que la piedra amarrada a una cuerda tiende forzosamente hacia el centro de la tierra lo hace tomar en consideración que es importante la altura, el peso de la piedra, la resistencia del medio y el tiempo que tarda en llegar a reposo; para el galileano el supuesto teórico es diferente; para éste un péndulo es un movimiento circular, por eso ...*radius, angular displacement, and time per swing* son de suma importancia, mientras que el aristotélico ni siquiera los tendrá en cuenta.

comunidad científica considera legítimos, los métodos e instrumentos apropiados para abordarlos y las soluciones aceptables. Incluso, el paradigma puede condicionar la interpretación del mundo para una comunidad científica determinada (Kuhn, 1962).

²⁸ Tesis Duhem-Quine: infradeterminación de la teoría por los datos. Los mismos hechos se pueden interpretar o teorizar de manera distinta y cada interpretación o teoría encaja con los datos.

²⁹ Hay cierta semejanza entre esta tesis y la tesis de la *inescrutabilidad de la referencia* de Quine. Para este autor, la *inescrutabilidad de la referencia* está ligada a la *indeterminación de la traducción*. Pero, en lo que conozco, Quine, no logró dar cuenta de manera satisfactoria cuál era *antecedente* y cuál *consecuente*. En ese sentido, parece problemática la formulación lógica de Quine para ambas tesis (Gaeta & Gentile, 2004). Además, me parece que Quine se equivoca, porque una cosa es que el significado varíe por los cambios teóricos, experimentales y metodológicos; pero creo que es inválido inferir de allí que el significado es *indeterminado* y que, como consecuencia, la referencia sea *inescrutable*. A mi modo de ver, el mismo marco conceptual teórico al que pertenece cada término, determina tanto el significado como la referencia y creo que así lo expresan Carnap, Hanson, Kuhn y Moulines.

Según lo dicho, las aplicaciones intencionales implican descripciones T-no-teóricas de los fenómenos que, a su vez, implican conocimiento teórico previo e inferencias teóricas. Eso quiere decir que la base de contrastación empírica para una teoría en estudio también es teórica. Por ejemplo, observar los planetas y sus lunas a través de un telescopio presupone conocimientos de óptica; también hay telescopios infrarrojos, ultravioletas, de rayos X, de rayos Gamma: cada uno construido según conocimientos teóricos. Es decir, aceptar cualquier dato obtenido con alguno de estos instrumentos (y otros usados en procesos experimentales) implica aceptar que las teorías que hay detrás de su diseño y construcción son correctas.

Podemos encontrar otros ejemplos, tanto en la física, como en otras disciplinas. Por ejemplo, datar restos encontrados en algún asentamiento humano, mediante Carbono 14 (C-14) o Acelerador de Espectrometría de Masas (AMS) o Termoluminiscencia, implica aceptar que las teorías que respaldan dichos métodos son correctas. En ese sentido, cualquier dato obtenido utilizando instrumentos especializados o inferencias, como en la cámara de burbujas analizada más arriba, es un dato teórico. Esto nos deja con la pregunta ¿unas teorías se justifican por otras teorías? Pues bien, aceptar la tesis de la carga teórica parece llevarnos a tener que aceptar que la respuesta es sí, como indica el análisis anterior.

Desde el punto de vista estructuralista, la distinción T-teórico/T-no-teórico o el criterio de T-teoricidad, como ellos lo llaman, permite encontrar una forma de caracterizar el lenguaje de una teoría sin caer en la autojustificación. Es posible que ese objetivo se logre, pero solamente a nivel *intrateórico*, es decir, para la teoría objeto de análisis, solamente; pero a nivel *interteórico* la historia es otra. En efecto, lo que sugiere el análisis que venimos desarrollando es que, si aceptamos que las descripciones T-no-teóricas de una teoría están cargadas teóricamente por otra teoría, entonces, todas las descripciones de la ciencia “empírica” son teóricas. Dicho de otro modo, el fundamento empírico o base de contrastación de una teoría está dado por otra teoría.

Pues bien, si un concepto es T-no teórico, si es “anterior” a T, entonces tendrá al menos algunos procedimientos de determinación independientes de T; en cambio si es T-teórico, si es propio de T, su determinación depende siempre de T. (Díez & Moulines, 1997, 355)

Lo anterior quiere decir que en la ciencia empírica tenemos un conjunto de teorías que se justifican unas a otras, como una red que “flota” sobre la base empírica, pero que su relación mutua parece irrelevante, porque lo importante es que unas teorías sean coherentes con otras (Guerrero Pino, 2003). En este punto, pueden aparecer dos réplicas, una estructuralista y otra coherentista. Veamos cada una y tratemos de responderles.

Un estructuralista podría objetar que su análisis es meramente metateórico y estructural (Díez & Moulines, 1997; Moulines, 1982) y que, por tanto, no tiene compromiso epistemológico alguno, de donde se sigue, también, que no se le debe objetar en relación con la justificación de teorías. En términos sencillos, lo que el estructuralista quiere decir es que su análisis es una idealización de las teorías que no se compromete con posturas concretas respecto al contenido de las mismas en sus usos específicos. Creo que tiene razón. Sin embargo, el análisis estructural se debe usar o aplicar, en algún momento, a teorías concretas, de tal forma que tarde o temprano aparecen los cuestionamientos epistemológicos y epistémicos que aquí se señalan. En otras palabras, estos problemas no se pueden evadir indefinidamente.

Supongamos la reconstrucción estructural de la Mecánica Clásica: por un lado, tenemos los modelos teóricos, que están dados por las leyes del movimiento de Newton y los términos “masa” y “fuerza” (T-teóricos); por otro lado, están los modelos de datos descritos en términos como “posición”, “tiempo” y “espacio” (T-no-teóricos); finalmente, estaría la *aserción empírica* que dice que *algunos* de los modelos de datos son *subsumibles* en el modelo teórico, es decir, que son *aplicaciones intencionales* de la Mecánica. El problema de esta caracterización es que no nos da información epistemológica relevante sobre los modelos de datos. Para hacer esto, debería especificar la relación que hay entre los modelos de datos y los sistemas empíricos que describen y, puesto que los T-no-teóricos de la Mecánica, pertenecen a otras teorías (cronometría, mereología, geometría), entonces, nos vemos en la obligación de reconstruir también estas teorías; pero esas teorías, a su vez, también *pueden* implicar T-no-teóricos, etc. Esto quiere decir dos cosas: la reconstrucción estructural es sumamente tediosa (y quizá poco útil para práctica científica) y que, en algún momento, para evitar un *regresus*, tendremos que especificar el estatus epistemológico de los T-no-teóricos y, por tanto, la relación entre los modelos de datos y los sistemas empíricos que representan.

Por otro lado, el coherentista (que puede ser el mismo estructuralista) (Balzer et al., 1987), podría objetar que un estudio de la historiografía de la ciencia muestra que hay casos claros de dependencia interteórica que no afectan la confiabilidad de las teorías. Ejemplos claros de teorías que dependen de otras teorías son: la mecánica, la teoría cinética de los gases, etc. La dificultad que veo en este argumento historiográfico es que también sirve para probar la tesis contraria: en la ciencia pueden coexistir teorías incompatibles: teoría ondulatoria y corpuscular de la luz, por ejemplo. Esto quiere decir que la coherencia no es un requisito epistémico preponderante en la ciencia para justificar la aceptación de una teoría.

Sin embargo, el coherentista (estructuralista), aún podría argumentar que la justificación interteórica no es problemática si se acepta que no implica un círculo vicioso, porque algunas de las teorías implicadas en la “red” son fundamentales y su relación con la experiencia es “directa”. Semejante argumento tiene por lo menos dos dificultades. La primera es que nos obligaría a preguntar, nuevamente, por el estatus epistemológico de esa supuesta “relación directa” con la experiencia u observaciones de los sujetos. En otros términos, parece que nos devuelve al problema analizado más arriba. La segunda dificultad, derivada de la anterior, implica que el argumento parece defender una suerte de coherentismo *débil* o *funderentismo*, según el cual, la base para justificar el sistema de creencias (unidas por relación lógica de coherencia) es la existencia de creencias “básicas” fundamentales; pero eso nos pone de nuevo en la discusión epistemológica sobre el fundacionalismo y la verdad por correspondencia (entre proposiciones “básicas” y la experiencia). Como ya se mencionó, la discusión epistemológica no se puede aplazar indefinidamente y en algún punto implica la decisión sobre el estatus de las proposiciones que permiten la contrastación y la justificación de teorías científicas.

A modo de conclusión de este capítulo, podemos decir que el análisis anterior se enfocó en la afirmación estructuralista de que su propuesta metateórica es neutral respecto a problemas epistemológicos. Vimos que esa afirmación puede sostenerse solamente si nos quedamos en el plano metateórico; es decir, en el momento que se pretende utilizar para el estudio de teorías específicas, aparecen dudas respecto al estatus de las aplicaciones intencionales, descritas en términos T-no-teóricos. Más aún, esas dudas tienen repercusiones epistémicas en cuanto a la justificación de teorías por la experiencia. En efecto, sea que les asignemos un contenido empírico “bruto” (como los positivistas) o un contenido empírico “cargado teóricamente” (como los

historicistas y los estructuralistas) a los términos T-no-teóricos, nos lleva a cuestionar la relación de las teorías con los fenómenos físicos que pretenden explicar.

Capítulo III: Concepción de teoría científica en el empirismo constructivo

El empirismo constructivo (EC, en adelante) hace parte de la concepción semántica de teoría, al igual que el estructuralismo (pág.22). Puesto que ambos pertenecen a la misma familia semanticista, podemos empezar diciendo que comparten algunas estrategias, aunque discrepen en consideraciones matemáticas, metodológicas y epistemológicas. Vamos a mencionar algunos de esos aspectos en su carácter más general, para que logremos hacernos una idea aproximada de las semejanzas y diferencias entre estas dos formas de entender el semanticismo metateórico. En las secciones siguientes de este capítulo analizaremos EC y algunos aspectos controversiales de sus tesis principales.

Para efectos del análisis tenemos que empezar por señalar que en EC hay tres tesis que están relacionadas, pero que no se refieren estrictamente a lo mismo; así que debemos separarlas, para que las analicemos en sus implicaciones propias. Primero enunciémoslas y luego diremos algo respecto a cada una: semanticismo, posfundamentismo y empirismo constructivo.

El semanticismo (Balzer et al., 1987; Díez & Moulines, 1997; Van Fraassen, 1980; Van Fraassen & Pérez Ransanz, 1985) es simplemente la estrategia metateórica y *metodológica* que comparten con los estructuralistas (y otros semanticistas, como Giere, por mencionar solo uno), esto es, que las teorías se presentan de forma más adecuada por medio de sus modelos y no estipulando un conjunto de enunciados formalizados en algún metalenguaje. En otras palabras, aceptar el semanticismo, es aceptar que los modelos ³⁰son más relevantes que los enunciados y axiomas que componen la teoría. Sin embargo, los modelos de una teoría se pueden presentar utilizando herramientas matemáticas diferentes, de tal manera que es posible ser semanticista y no estar de acuerdo con otros semanticistas en la herramienta matemática que se emplea.

El posfundamentismo (segunda tesis) (Díez & Moulines, 1997; Van Fraassen, 1980; Van Fraassen & Pérez Ransanz, 1985), es epistemológica y, en términos generales, afirma que la base de contrastación de las teorías es la experiencia, pero entendida como *fenómenos observables*; pero *observables* para nosotros, los sujetos epistémicos. Esto quiere decir que las teorías “empíricas” se

³⁰ En el primer capítulo se trató esta estrategia de los positivistas: las teorías se definen por los enunciados que la componen, su formalización en algún metalenguaje lógico, más una función *interpretación* que dotaba de contenido empírico ese *aparato lógico*, vía el “lenguaje observacional”.

postulan para dar cuenta no del *mundo* en general (en sentido metafísico), sino de nuestra experiencia (de lo observable)³¹. No hay aquí un relativismo epistémico de tipo subjetivista. Lo observable en esta tesis es respecto a nuestra constitución fisiológica como especie. Por eso, aunque la tesis de la carga teórica se acepta, no se considera que tenga un papel decisivo en nuestra percepción, sino en la descripción de los informes experimentales, más exactamente en los modelos de datos: usted y yo percibimos el telescopio en el patio de la casa, que lo describamos con el concepto “telescopio” y sepamos qué tipo de herramienta científica es, son cosas diferentes. Sobre esto y algunas dificultades que la tesis implica volveremos en la segunda y tercera sección de este capítulo.

El EC (tercera tesis) no es de carácter metodológico como la primera, sino *epistemológico*, como la anterior, y se refiere a las actitudes que podemos asumir respecto a las teorías. En efecto, podemos creer que las teorías son *verdaderas* o que simplemente son *empíricamente adecuadas* (Díez & Moulines, 1997; Van Fraassen, 1980; Van Fraassen & Pérez Ransanz, 1985). Que sean verdaderas quiere decir que sus modelos “reflejan” de manera fiel cómo es el *mundo* y que todo cuanto dicen de él es verdadero; que sean empíricamente adecuadas quiere decir que los modelos solamente representan los *fenómenos observables* y que cuanto dicen a nivel observacional es verdadero. Ahora, en las teorías es usual que se postulen entidades *inobservables* que (supuestamente) interactúan con lo observable para producir determinados efectos. Puesto que EC solamente se compromete con lo observable, entonces asume una postura antirrealista e instrumentalista respecto a inobservables. Esto quiere decir que para EC los inobservables son *construcciones* matemáticas que ayudan a dar cuenta de lo observable, pero no estamos justificados para creer que hagan parte de la ontología del mundo. Un ejemplo de esto es la postulación teórico-matemática de *campos* en electromagnetismo: en las ecuaciones de Maxwell, un *campo* es una estructura vectorial (radial y rotacional) que se supone como el “medio” en el cual se desplazan las cargas³²; pero el compromiso, si lo hay, es solo metodológico no metafísico. En otras palabras, los

³¹ En adelante, principalmente en la sección de “contenido empírico: fenómenos observables”, discutiremos en mayor detalle esta tesis de EC. Por el momento aclaremos lo siguiente: en una teoría se puede determinar el contenido empírico de la misma, en la medida en que dentro de las subestructuras de la teoría se pueden extraer aquellos aspectos que dan cuenta de los fenómenos que son directamente observables (Suárez, 2019, 163). Esta es una posición que choca con los enunciativistas (positivistas) en el sentido en que el fin de una teoría científica no es construir un correlato verdadero del mundo, sino que sea *empíricamente adecuada*.

³² En contra de la tesis de la “acción a distancia” de la Mecánica Clásica de Newton, Maxwell, siguiendo a Gauss, Faraday y Ampere, supuso que la electricidad y el magnetismo deben tener un “medio” que hace posible su propagación: un *campo*. En las ecuaciones del electromagnetismo, en su formulación diferencial, se puede apreciar

campos son construcciones que permiten la formulación matemática diferencial o integral de los fenómenos eléctricos y magnéticos, pero no implica que el científico deba mostrar su existencia en la *realidad* para que la teoría sea *empíricamente adecuada*. De ahí que sea “constructivo”: los científicos no descubren entidades inobservables en el mundo, sino que “construyen” y postulan teorías para dar cuenta de los fenómenos observables. En esto consisten las tesis de EC y adecuación empírica.

En síntesis, EC es una propuesta que implica el enfoque metodológico del *semanticismo*, pero que se compromete directamente con tesis epistemológicas sobre la *experiencia* y el *propósito* de la ciencia. En la próxima sección trataremos específicamente el tema de los modelos teóricos y EC; en la siguiente el tema de la experiencia (observable); y, en la última, las dificultades epistemológicas que hacen “tambalearse” la justificación de teorías, en esta concepción.

Teorías: estructura

Como ya hemos mencionado, para EC, las teorías se entienden de forma más adecuada si presentamos sus modelos; pero, también, dijimos que hay diferentes herramientas matemáticas mediante las cuales podemos realizar esta tarea. Los estructuralistas, como ya vimos, presentan los modelos de una teoría por medio de un enunciado conjuntista de la forma “ x es un modelo de la teoría... *sys* def. $\beta(x)$ ”, donde “def. $\beta(x)$ ” define o estipula las condiciones y restricciones que una estructura debe satisfacer para ser modelo de la teoría. En EC, la herramienta matemática son los *espacios de estados o fases*, que analizaremos en breve. Las razones para elegir esta herramienta son dos (Díez & Moulines, 1997; Van Fraassen, 1980, 2008): primera, es una herramienta más sencilla e intuitiva, pues no requiere elaboraciones técnicas complejas (como en el estructuralismo); segunda, es más “cercana” a la práctica científica, pues un científico en su laboratorio no requiere reconstrucciones formales y complejas para *utilizar* la teoría.³³

claramente este concepto matemático en el uso del símbolo ∇ (divergencia) que proviene del álgebra vectorial y que mide la diferencia de flujo en un *campo vectorial* y que acompañado de la letra “ x ” (∇x) indica que se trata de un *campo vectorial rotacional* (como un dínamo que rota y produce energía). Lo importante en esto es que el concepto de *campo* no debe interpretarse en un sentido *referencial ontológico*, sino que pertenece al álgebra vectorial. En el ejemplo del dínamo, el *campo vectorial rotacional* no representa el dínamo, ni sus imanes, ni la corriente inducida, ni los cables y alambres, etc.

³³ Para mayor información al respecto (Cárdenas et al., 2014, 154-155).

Un espacio de estados es un sistema de coordenadas que puede representar los *estados* y *trayectorias* posibles (lógicamente) de un sistema cualquiera, siempre y cuando fijemos correctamente los valores que vamos a representar en él. Veamos la idea intuitiva y luego la formulación técnica. Tomemos como ejemplo que usted debe desplazarse desde su casa hasta el supermercado (ubicado al final de la cuadra). Para llegar allí usted debe seguir una ruta (trayectoria) y pasar por determinados lugares (estados): la casa de doña Cecilia, la panadería de Pedro, etc. O supongamos que va en su carro de la casa al trabajo: debe tomar la ruta que pasa por el centro comercial, la galería, el cementerio, etc.

Cada uno de esos recorridos que usted realiza, sea al supermercado o al trabajo, desde su casa, es un *sistema físico* que puede ser representado en un *sistema de coordenadas* (como el plano cartesiano, por ejemplo), en el cual podemos “señalar” los puntos por donde pasó (estados) y el camino que siguió (trayectoria) hasta llegar a su destino. Pero eso no es todo. Note que usted podría tomar varias rutas para ir al mismo destino; sin embargo, teniendo en cuenta, por ejemplo, la hora “pico”, el tráfico, que debe llegar rápido, etc., tomó la que consideró más adecuada para llegar lo antes posible. Es decir, de todas las rutas posibles, usted seleccionó solamente una y obvió las otras.

Traslademos esa noción intuitiva al campo científico. En la ley de gases ideales³⁴ podemos determinar el *estado* de un gas ateniéndonos solamente a su temperatura, volumen y presión (t , v , p); es decir, si conocemos el valor de alguno de los tres, podemos calcular el valor de las otras dos³⁵ y de esta forma hemos hallado el estado del gas (ideal) en un momento determinado. Un gas ideal, que es una simplificación de un sistema físico (un gas real) tiene un *estado* (varios, como veremos a continuación) que puede(n) calcularse y representarse gráficamente en un sistema de coordenadas tridimensional³⁶ cuyas componentes sean t , v , p . Ahora bien, el valor de alguna de las componentes

³⁴ Que es una simplificación de los gases reales, pero que permite estudiarlos de forma sencilla, obviando factores como atracción, repulsión y suponiendo que sus choques son perfectamente elásticos (para garantizar la conservación de energía cinética y del momento). Este tipo de simplificaciones teóricas y experimentales son comunes en la ciencia y permiten tener mayor amplitud explicativa y simplicidad metodológica. Sin embargo, no es difícil modificar las ecuaciones para que puedan aplicarse a gases reales, tal como sucede en las ecuaciones del Modelo de Van der Waals.

³⁵ El procedimiento no es difícil si conocemos las cuatro leyes o ecuaciones subsidiarias: ley de Boyle, ley de Gay-Lussac, ley de Charles y ley de Avogadro. Recordemos que la presión o el volumen pueden interpretarse como constantes dependiendo de que hagamos los cálculos siguiendo la ley de Charles o la ley de Gay-Lussac, respectivamente.

³⁶ El sistema de coordenadas tendrá tantas dimensiones como componentes o “parámetros relevantes” tenga la teoría. Luego volveremos sobre este tema de los “parámetros relevantes” que es fundamental en la caracterización de los fenómenos observables (pág. 41).

puede variar, obligando a que también cambie el valor de las otras, de tal forma que el gas puede asumir diferentes *estados* y cada *estado* puede representarse en el sistema de coordenadas de forma precisa. Suponiendo que el gas bajo estudio haya tenido cuatro estados diferentes, podemos trazar una línea que conecte unos con otros. Esta línea nos muestra los cambios de *estado* del gas y fija la *trayectoria* de esos cambios. En síntesis, al fijar los *estados* y la *trayectoria* del gas, hemos construido su *espacio de estados*: tal como muestra la siguiente gráfica, que representa los cambios de estado y la trayectoria de un gas, calculados por la ley de Gay-Lussac, según la cual, el volumen es constante.

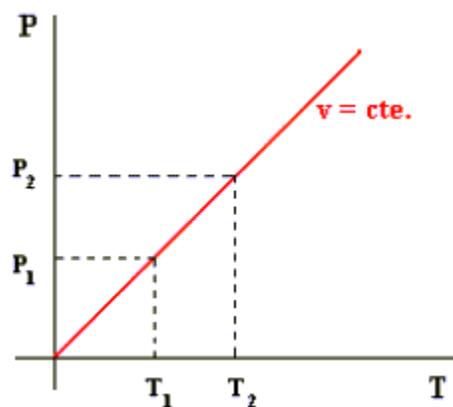


Ilustración 2. Estados y trayectoria de un gas ideal, calculado según la ley de Gay-Lussac.³⁷

Pero la explicación aún no está completa. Recordemos que en el ejemplo intuitivo se dijo que hay varios caminos posibles para llegar a su destino, lo que implica que usted hubiera podido pasar por diferentes lugares, siguiendo otras rutas, pero atendiendo a diferentes consideraciones, usted eligió uno en particular y obvió los demás. Así mismo, los estados, cambios de estado y trayectorias que puede tener un sistema, también pueden ser muchos (si nos atenemos a la posibilidad lógica). En este punto las leyes (generales o especiales) de la teoría juegan un papel fundamental, porque ellas restringen los estados y trayectorias posibles (nómicamente posibles). Dicho de otra forma, las leyes estipulan cuáles son los estados o trayectorias admisibles en el espacio de estados, aunque lógicamente pueda haber muchos más, pero las leyes, por decirlo de algún modo, los prohíben.

³⁷ Tomada de <http://fisico-07.blogspot.com/2014/06/ley-de-gay-lusaac.html>

To believe a theory is to believe that one of its models correctly represents the world. You can think of the models as representing the possible worlds allowed by the theory; one of these possible worlds is meant to be the real one. To believe the theory is to believe that exactly one of its models correctly represents the world (not just to some extent, but in all respects). (Van Fraassen, 1980, 47)

Finalmente, según EC, los modelos teóricos se *construyen* con la intención (Van Fraassen, 1980, 1989, 2008) de que puedan representar y dar razón de nuestra experiencia fenoménica. Esta última, que analizaremos en la siguiente sección, es observable y se debe describir en los parámetros relevantes de la teoría, para que podamos *afirmar* que es una subestructura de un modelo teórico y que, por tanto, es *subsumible* en la teoría. Hay varios elementos que debemos analizar. Primero que todo, los modelos no son una “copia” *vis-a-vis* de la realidad; es decir, según EC, cuando un científico propone un modelo no lo hace con la pretensión de que *todos* los elementos (conceptos y enunciados) que lo componen tengan una contraparte en el mobiliario ontológico del mundo. De *todos* los componentes del modelo, el científico solamente se compromete con los relativos a los fenómenos observables. Los relativos a inobservables son construcciones lógico-matemáticas que tienen un mero interés heurístico, explicativo, pero no debemos hacernos preguntas metafísicas sobre su estatus ontológico³⁸. Por eso en este enfoque los modelos se “construyen”. Solamente estamos justificados para creer que los observables hacen parte del mundo³⁹ (Van Fraassen, 2006).

Afirmar que el modelo teórico puede representar un fenómeno observable o, dicho de otro modo, que un fenómeno observable se puede *subsumir* en un modelo teórico implica que hay un factor adicional: una aserción empírica. Los modelos teóricos son estructuras matemáticas, pero los científicos *pretenden* dar cuenta de la experiencia por medio de esas estructuras, así que la herramienta matemática por sí misma es insuficiente. Necesitamos una relación semántica entre esa estructura y el sistema empírico, La aserción empírica cumple esta función. Para Van Fraassen (1980), la aserción no es una entidad lingüística, pero sí es proposicional. No puede ser lingüística, porque daría entrada a los problemas de la concepción enunciativista: la aserción no puede depender de un lenguaje específico que la exprese; pero debe ser proposicional, porque es

³⁸ En esta versión del semanticismo, también encontramos la tesis Duhem-Quine: infradeterminación de la teoría por la experiencia.

³⁹ De ahí el nombre “empirismo constructivo”.

susceptible de actitudes epistémicas: puede ser verdadera o falsa, creíble o no creíble. En otras palabras, cuando el científico *afirma* que un sistema real es subsumible en un modelo de la teoría, su afirmación puede ser verdadera o falsa, dependiendo de que la subsunción sea exitosa o no: que lo que dice la teoría sobre el comportamiento del mundo se cumpla o no se cumpla.

To present a theory is to specify a family of structures, its models; and secondly, to specify certain parts of those models (the empirical substructures) as candidates for the direct representation of observable phenomena. The structures which can be described in experimental and measurement reports we can call appearances: the theory is empirically adequate if it has some model such that all appearances are isomorphic to empirical substructures of that model. (Van Fraassen, 1980, 64)

En la siguiente sección vamos a evaluar la propuesta epistemológica concerniente a la base de contrastación empírica, los fenómenos observables, para, luego, dar paso a algunas críticas relacionadas con este asunto.

Contenido empírico: fenómenos observables

Los modelos y teorías se construyen para dar cuenta de la experiencia (Van Fraassen, 1980, 2006). Pero en EC la experiencia tiene unos compromisos epistemológicos específicos que debemos revisar. En aras de la claridad, vamos a separar el contenido de esta sección en tres partes que componen la tesis de la “experiencia” en esta concepción de teoría (EC), a saber: observables, parámetros relevantes y modelos de datos. Analicemos cada uno.

Observables

Un primer aspecto que sobresale en esta tesis (de la experiencia) es que se trata exclusivamente de fenómenos observables; esto es, procesos u objetos que usted y yo podemos afirmar que hemos percibido, i.e., la caída de un puente o el computador del profesor sobre su escritorio en el salón de clase. Esto quiere decir que partículas, moléculas o el ADN no hacen parte de los objetivos explicativos de las teorías⁴⁰. En términos generales somos nosotros quienes determinamos, según

⁴⁰ Note el lector que esa definición de observable depende completamente de nuestras capacidades perceptuales como sujetos epistémicos; además de que dejaría por fuera una gran cantidad de evidencia “empírica” relevante en teorías

esta versión empirista, qué se toma como evidencia empírica para una teoría. Por ahora pasemos por alto la discusión epistémica sobre el estatus epistémico de las moléculas y los demás, para que nos concentremos en casos como Urano o Júpiter. Según la descripción anterior estos no harían parte de la evidencia relevante para una teoría. Dicho de otro modo, puesto que no son observables (para un sujeto que observa el cielo a ojo desnudo), entonces no podemos construir teorías para dar cuenta de ellos.

Van Fraassen (Díez & Moulines, 1997; Guerrero Pino, 2009; Van Fraassen, 1980) acepta que alguien podría discutir en contra de su tesis ejemplos como los que acabo de mencionar; pero argumenta que no son un reto, porque si un *astronauta se acerca lo suficiente*, podrá observar esos objetos. Alguien podría pensar que “acomodar” de esa forma la explicación, para que logre dar cuenta de los posibles ejemplos en contrario, es un modo falaz de argumentar y que la tesis en su formulación inicial abre el camino a un relativismo epistemológico. Siendo amables con van Fraassen debemos tener en cuenta que la noción de “observable”, aunque tiene una fuerte relación con los sujetos epistémicos, no implica, necesariamente, un relativismo; esto porque él también argumenta que, en este caso, ser “observable” es relativo a nuestras capacidades biológicas y fisiológicas como especie. No es que usted y yo (por cuestiones culturales o conceptuales) veamos cosas diferentes cuando dirigimos nuestra mirada a un lugar específico, más bien, se trata de que nuestros órganos perceptuales y la constitución de nuestro cerebro están adaptados evolutivamente para ver determinadas formas, colores, tamaños, etc. Por tanto, la acusación de relativismo (sujeto a sujeto) no tiene lugar en esta tesis. Cuando usted y yo miramos su escritorio, *veamos* el computador (objeto); la discusión sobre las descripciones conceptuales diversas que podemos hacer del *objeto* son independientes de lo que *veamos*: en esto consiste la tesis posfundamentista.

La formulación anterior no debe llevarnos a confundir la tesis posfundamentista con la tesis de la carga teórica o la tesis Duhem-Quine. Para EC el posfundamentismo es una tesis epistemológica sobre la observación, no una tesis del lenguaje sobre la descripción, en esto radica la distinción entre *ver* y *ver que* de Hanson y retomada aquí por van Fraassen (Van Fraassen, 1980): una cosa es que usted y yo *veamos* un objeto sobre otro; otra cosa es que ambos conozcamos y sepamos utilizar correctamente los conceptos “escritorio” y “computador”, para designar esos objetos

avanzadas, como la biología y la química molecular, la física cuántica, entre otros (Díez & Moulines, 1997). Sobre estas dificultades volveremos en la siguiente sección.

(*veamos que* es un computador sobre un escritorio). En las secciones siguientes vamos a tratar esta distinción que es importante en EC.

Parámetros relevantes y modelos de datos

La base empírica de una teoría son los observables, pero en los términos que se indicaron anteriormente. Pero debemos precisar algo aún. Para que un fenómeno observable tenga relevancia epistémica debe cumplir una condición importante: estar descrito en los *parámetros relevantes* de la teoría. Recordemos que el modelo teórico (con los conceptos y las leyes) determina un espacio de estados y trayectorias posibles (nómicamente) donde se establece un sistema de coordenadas cuyas dimensiones concuerdan con los conceptos que, según la teoría, darían cuenta del fenómeno.

Para el caso del ejemplo de los gases ideales, esas coordenadas o conceptos son: volumen, presión y temperatura (v, p, t). Un gas podría tener otra gran variedad de características, pero, para efectos de la teoría y la ley en cuestión, las que adquieren “protagonismo” son las mencionadas y no otras; esos (v, p, t), son los parámetros relevantes de la teoría y para que un fenómeno observable pueda ser *subsumido* en la teoría, debe estar descrito en esos mismos parámetros. Esto quiere decir dos cosas: primera, que *cualquier* descripción no tiene la relevancia requerida; segunda, que los conceptos de la teoría establecen cuáles son los aspectos a tener en cuenta de un fenómeno⁴¹, mientras que los otros permanecen “obturados”.

Los *modelos de datos* vienen a ser, entonces, los *fenómenos observables*, pero descritos en los *parámetros relevantes* de la teoría (Van Fraassen, 1980, 1989, 2008). Según el ejemplo de los gases ideales que venimos trabajando, solamente puedo decir que tengo un modelo de datos cuando he logrado determinar que el fenómeno en cuestión (un gas) posee volumen, temperatura y presión. Cualquier otro fenómeno, aunque sea observable, que no tenga esos parámetros no puede ser un modelo de datos subsumible en algún modelo (o subestructura) de la teoría. Al respecto, hay dos afirmaciones de van Fraassen que han generado polémica en ciertos autores. Una es la que cito más arriba que dice lo siguiente (Van Fraassen, 1980, 64): “the theory is empirically adequate if it has

⁴¹ Los conceptos determinan las características a tener en cuenta del fenómeno y en combinación con las leyes se estipulan cuáles son los *estados* y *trayectorias* aceptables (nómicamente) para esos fenómenos.

some model such that *all* appearances are isomorphic to empirical substructures of that model”⁴²; la segunda es esta (Van Fraassen, 1980, 12):

A little more precisely: such a theory has at least one model that all the actual phenomena fit inside. I must emphasize that this refers to *all* the phenomena; these are not exhausted by those actually observed, nor even by those observed at some time, whether past, present, or future⁴³.

Nótese que en ambas citas el autor utiliza el término *todos* (all) para referirse a las “apariencias” (appearances, en la primera cita) o los “fenómenos” (phenomena, en la segunda cita). Diederich (1996) e Ibarra Unzueta & Mormann (1994) interpretan esta afirmación como una “condición de universalidad” que, según ellos, implica que *todos* los fenómenos observables deben ser subsumibles en la teoría cuando esta es empíricamente adecuada. En sus propias palabras, <<...[esta condición] asigna a cada teoría empíricamente adecuada una aplicación “universal”>>⁴⁴. (Ibarra Unzueta & Mormann, 1994, 396).

Me parece que esta afirmación de los autores no es más que una mala interpretación de las palabras de van Fraassen. Si mi análisis anterior es correcto, las afirmaciones que hace el autor en ambas citas y que son fuente de la controversia, deben entenderse en el sentido de que la teoría, si es empíricamente adecuada, debe poder subsumir en ella *todos* los fenómenos o apariencias, pero que sean susceptibles de descripción en los parámetros relevantes de la misma, no *cualquier* fenómeno observable. Recordemos que esos parámetros (más las leyes de la teoría) delimitan el espacio de estados y la clase de fenómenos (sus estados y trayectorias) sobre los cuales es posible (nomológicamente) preguntarse si pueden subsumirse en la teoría. Dicho de otra forma, solamente aquellos fenómenos que podemos describir por su volumen, temperatura y presión, *pueden* ser modelos de datos de la ley de gases ideales. Solamente sobre ellos tiene sentido preguntar si es posible subsumirlos o no en la teoría. En síntesis, me parece que hablar de una condición de universalidad, entendida en el sentido de una *aplicación universal* de la teoría, es una caricatura de las tesis de van Fraassen.

⁴² Cursivas añadidas.

⁴³ Cursivas añadidas.

⁴⁴ Corchetes añadidos.

Queda dicho, pues, que el contenido empírico de una teoría son los fenómenos observables, descritos en los parámetros relevantes de la teoría, lo cual permite convertirlos en modelos de datos que tengan relevancia epistémica y que hagan posible la subsunción estructural en el modelo teórico (construido)⁴⁵. Si esta última es exitosa, podemos decir que la teoría es empíricamente adecuada, que “salva los fenómenos”. En esto consisten las tesis identificadas al principio: el semanticismo, el posfundamentismo y el empirismo constructivo de van Fraassen. Sin embargo, queda pendiente por analizar las implicaciones de estas tres tesis en la justificación de teorías. Me refiero a que tenemos que analizar hasta qué punto esas tesis tienen la relevancia epistémica que el autor les confiere. Ese es el propósito de la siguiente sección.

El problema de la distinción “Observable/Inobservable” en la justificación de teorías

Las teorías se construyen para dar razón de nuestra experiencia de los fenómenos observables (como lo muestra el análisis anterior). Y los fenómenos observables, que son la base de contrastación empírica, deben describirse en los parámetros relevantes de la teoría, para convertirlos en modelos de datos, susceptibles de subsunción en algún modelo de la teoría (Díez & Moulines, 1997; Guerrero Pino, 2009; Van Fraassen, 1980). El supuesto en el que se basa la tesis epistemológica de que la base empírica está constituida por fenómenos observables está directamente vinculada con la distinción observable/inobservable⁴⁶, que trataremos en breve. Sin embargo, es tarea de esta sección evaluar hasta qué punto es viable defender esa tesis para efectos de la justificación de teorías

⁴⁵ Recordemos que la subsunción y los modelos son categorías semánticas estructurales, no categorías lingüísticas o sintácticas. Por eso, los fenómenos deben ser descritos según los parámetros del modelo teórico, es decir, convertidos en modelos de datos. Subsumir es “encajar” estructuras: modelos teóricos y modelos de datos.

⁴⁶ En la concepción “heredada” de teoría el lenguaje de una teoría empírica estaba dividido en teórico y observacional, $L = (L_T, L_O)$. En EC se afirma que esa distinción es producto de una confusión conceptual, porque el lenguaje es teórico, pero no observacional y las entidades son observacionales, pero no teóricas. Esta aclaración es importante porque muestra que en la clasificación “heredada” hay dos problemas implícitos que se deben resolver de manera separada. Por un lado, está la distinción, teórico/no-teórico y, por el otro, la distinción observable/inobservable. La primera pertenece al lenguaje, pero la segunda, no. En ese sentido, es correcto decir que un electrón es observable o inobservable, pero sería incorrecto decir que es teórico o no-teórico. En el segundo capítulo vimos que los estructuralistas toman la primera, teórico/no-teórico, porque su análisis es de tipo estructural-semántico, no epistemológico; mientras que EC toma la segunda, observable/inobservable, porque mezcla el análisis estructural-semántico con consideraciones epistemológicas, para defender su tesis antirrealista.

Para cumplir esa tarea debemos analizar cómo se aplica ese supuesto en el caso de teorías “nuevas” y teorías “maduras”. Por “nuevas”, me refiero a teorías que están en sus primeras etapas de desarrollo; por “maduras, me refiero a teorías que han alcanzado un alto nivel de complejidad experimental y matemática (Díez & Moulines, 1997). Creo que la distinción observable/inobservable puede enfrentar problemas en el caso del segundo tipo de teorías. Otro aspecto importante que debemos analizar es si la misma distinción tiene el efecto positivo que los defensores del empirismo constructivo le atribuyen, para fundamentar su antirrealismo respecto a los inobservables⁴⁷. Pasemos a estos análisis en su orden.

Recordemos que la noción de observable en EC está vinculada a nuestras capacidades biológicas y fisiológicas, aunque en algunos casos se puede relajar lo suficiente para cubrir casos como los satélites de Plutón, que no son observables desde la Tierra, pero un astronauta que se acerque lo suficiente, puede observarlas. En el caso de la Mecánica Clásica la tesis de los observables es completamente pertinente⁴⁸. Bart Simpson en su patineta, las bolas en una mesa de billar, un auto ascendiendo o descendiendo una colina, etc., son modelos de MC, según EC, porque son *fenómenos observables* que satisfacen las *restricciones* teórico-matemáticas de la teoría; y si atendemos la aclaración de van Fraassen, el desplazamiento de Alfa Centauri, también *podría* ser un modelo de MC, puesto que algún día un astronauta *podría* acercarse lo suficiente. “The principle is: X is observable if there are circumstances which are such that, if X is present to us under those circumstances, then we observe it.” (Van Fraassen, 1980, 16)

¿Pero qué decir de teorías con una mayor complejidad matemática, teórica y experimental? Volvamos sobre el ejemplo de la cámara de burbujas (pág.16 y 32) analizado anteriormente. El propósito del experimento es determinar si hay partículas cargadas eléctricamente en la cámara. Si es así, las partículas dejarían un rastro en la cámara que es *observable* por el científico (así como el rastro de “humo” *observado* en el cielo indica que va pasando un jet). ¿qué ha *observado* el

⁴⁷ Como ya mencioné en otra nota, la discusión realismo/antirrealismo no es el tema de esta tesis, por eso he tratado de no hacer comentarios al respecto; pero en EC es bastante difícil no hacer alguna mención de esa discusión. Recordemos que aquí la discusión semántica estructural es solamente una parte de la concepción de teoría científica, que presupone una epistemología y una ontología sobre la experiencia y el objetivo de la ciencia.

⁴⁸ Hay restricciones teórico-matemáticas para que un fenómeno sea subsumible en la formulación de MC: debe ser *macroscópico*, moverse a velocidades menores que la luz, preferiblemente en movimiento inercial y desplazarse en un espacio euclídeo. Lo cual implica que *no* todos los sistemas en movimiento se pueden subsumir en MC. Recordemos que los parámetros relevantes de la teoría y las leyes restringen el tipo de fenómenos sobre los cuáles tiene sentido preguntarse si son modelos de la teoría y, adicionalmente, estipulan el espacio de estados: los estados y trayectorias posibles (nomológicamente).

científico? Un “rastros” en la cámara –diríamos. Pero, ¿de qué habla la física nuclear? –de partículas y sus mutuas interacciones. Lo anterior implica que para definir el espacio de estados de la física nuclear debemos recurrir a parámetros relevantes y leyes relacionados con propiedades de las partículas y las relaciones nomológicamente posibles entre ellas. En otras palabras, el espacio de estados de la teoría no incluye parámetros relacionados con “rastros” de burbuja en una cámara de Hidrógeno, así que lo *observado* en la cámara no sería *subsumible* en la teoría. Para que esto último sea epistémicamente relevante en la teoría hay que añadir una gran cantidad de supuestos relacionados con teorías, procesos e instrumentos experimentales previamente aceptados⁴⁹. En síntesis, esto implica que la tesis de los *observables*, como base empírica de las teorías y en los términos simples que la plantea EC, es insuficiente para dar cuenta de la justificación en teorías sumamente complejas de la ciencia empírica.

Alguien podría responder a mi argumento que estoy pasando por alto la tesis de la *carga teórica*, que introdujimos más arriba, cuando analizamos el positivismo y el estructuralismo. Dijimos allá que la observación “cruda”, como la proponían algunos autores, era inadecuada, porque deja de lado los conocimientos previos que el científico tiene. Por tanto, en el caso de EC, la tesis de la carga teórica puede subsanar el vacío que acabo de señalar. A esto respondería lo siguiente: nótese que en EC los fenómenos observables constituyen una tesis epistemológica y ontológica acerca de qué entidades son relevantes para la experiencia (nuestra) y para la ciencia (Díez & Moulines, 1997; Guerrero Pino, 2009; Van Fraassen, 1980, 2006); pero la tesis de la carga teórica solamente se acepta a nivel de las descripciones: un fenómeno es *observable* independientemente de la *descripción* (teórica o no-teórica) que hagamos de él. Si mi comprensión de EC es correcta, tenemos, entonces, que la carga teórica aparece cuando *describimos* el *fenómeno observable* en los *parámetros relevantes* de la teoría (modelo de datos), para “intentar” subsumirlo en algún modelo de la teoría.

De lo anterior se sigue que EC requiere consideraciones adicionales para dar cuenta de la justificación de teorías científicas, vía *observables*, por lo menos en las más maduras y complejas,

⁴⁹ Por ejemplo, para detectar la trayectoria de electrones en la cámara de burbujas el científico debe presuponer algunos conocimientos concernientes al tipo de fluido que se va a utilizar (Hidrógeno líquido porque satisface la temperatura y presión requeridas) ya que cualquier fluido no cumple con las especificaciones apropiadas: la presión que se ejerce sobre el líquido, el campo magnético que se debe aplicar a la cámara para fijar la trayectoria de las partículas, etc. Todos estos supuestos hacen parte de los conocimientos previos que el investigador debe tener en cuenta para obtener evidencia epistémica útil en su experimento.

porque el mero *espacio de estados* y los *observables* (descritos teóricamente por los parámetros relevantes) son insuficientes para ello. Esto nos lleva a la segunda cuestión que quiero analizar aquí: su antirrealismo respecto a los *inobservables*. Ya hemos dicho que las teorías se construyen con el objetivo de explicar y predecir el comportamiento de los fenómenos observables. Para hacerlo, en las teorías se postulan “entidades” *inobservables* (constructos lógico-matemáticos) que *supuestamente interactúan* con los observables. Por ejemplo, para dar razón del comportamiento gravitacional “anómalo” de las galaxias (*observables*) los científicos *postulan* que deben tener algún tipo de interacción con “algo” que tiene mayor masa que las galaxias. A este “algo” súper-masivo le llaman “materia oscura” y permite organizar nuevamente los cálculos matemáticos.

En este caso, la materia oscura, según EC, es claramente un *inobservable*, introducido en la teoría con el único fin de explicar el comportamiento anómalo de las galaxias, por la *supuesta interacción* que tienen. Nuestra actitud epistémica, entonces, debe ser antirrealista con la materia oscura, ¿por qué? Porque es *inobservable*. Quiero resaltar dos aspectos de este argumento antirrealista: la primera es que el argumento parece circular, en la medida que la única justificación válida que EC tiene para sostenerlo es que estipula que los *observables* son el único objetivo de la ciencia; más allá de sus propias afirmaciones, no tiene otras razones para sostenerlo. La segunda, es que ya sabemos que EC requiere consideraciones adicionales para dar cuenta de teorías complejas, vía *observables*. Esto quiere decir que el antirrealismo, basado en la tesis de los observables, no tiene la fuerza que sus defensores le atribuyen. En otras palabras, el antirrealismo de EC, fundamentado en la distinción observable/inobservable, es suficientemente débil para permitir que los realistas puedan discutir nuevamente sobre el *estatus ontológico* de las entidades que postulan las teorías, tal cual lo hizo en su momento Maxwell, (1962) con Carnap, (1956).

A modo de conclusión, hemos analizado la concepción de teoría en EC y vimos que en ella el semanticismo estructural está fuertemente relacionado con el posfundamentismo y el antirrealismo. Analizamos cada uno y encontramos que el antirrealismo y el posfundamentismo se fundamentan en la distinción observable/inobservable, pero que esta última es una tesis suficientemente débil para hacer que las otras dos tambaleen fácilmente. Esto quiere decir que, si aceptamos la justificación teórica en las tesis antes mencionadas, tendremos problemas difíciles de salvar a la hora de dar cuenta del éxito de las teorías. Esto último, allana el camino para los defensores del realismo.

En otras palabras, aunque la discusión realismo/antirrealismo no es tema de esta tesis, vimos cómo en la concepción de EC fue ineludible por los compromisos epistemológicos que implica. En ese sentido, la discusión realismo/antirrealismo, se considera más prudente para un trabajo independiente y más detallado; aquí, solamente se han señalado algunos puntos que podrían ser importantes al respecto, a saber: las dificultades que puede enfrentar una postura antirrealista al tratar de asimilar postulados teóricos de teorías muy complejas y especializadas, i.e. como la teoría de cuerdas, mecánica cuántica, relatividad general, supersimetría, simetría conforme⁵⁰, etc., que implican la construcción de instrumentos experimentales sumamente costosos para *detectar* partículas, agujeros negros, ondas gravitatorias, materia oscura, etc.

Desde una postura antirrealista parece difícil justificar que se emprendan semejantes empresas científicas que consumen décadas de desarrollo y el esfuerzo de científicos comprometidos con la investigación. En el caso de EC, si la única justificación para sostener el antirrealismo es la tesis de los *fenómenos observables*, descritos en los *parámetros relevantes* de la teoría, parece poco plausible dar cuenta de los desarrollos teóricos, experimentales y, en general, de los esfuerzos científicos antes mencionados. Parece más plausible de explicar afirmando (a modo de hipótesis meta-empírica) que los científicos se enfocan en investigar allí donde las ecuaciones matemáticas señalan: si de una ecuación se infiere que debe haber alguna partícula (bosónica o fermiónica) o que debe haber varias dimensiones, entonces, hay que emprender los diseños experimentales y tecnológicos necesarios para “encontrarla”, como construir aceleradores de partículas cada vez más avanzados que permitan “captar” los eventos (partículas, dimensiones, etc.) que se generan al colisionar partículas a velocidades cercanas a la velocidad de la luz.

⁵⁰ Cada una es compleja y abstracta a un nivel mayor que la Mecánica; aun así, la teoría de cuerdas implica las demás: mecánica cuántica, relatividad general, supersimetría y simetría conforme (Edelstein & Giribet, 2016). Esto indica el nivel de abstracción matemática que supone. La cuestión que deberíamos pensar es ¿de cuál experiencia observable estamos hablando? A mi modo de ver, EC, en la formulación de van Fraassen, puede tener dificultades al dar cuenta de teorías con ese nivel de abstracción y los compromisos ontológicos que los científicos pueden derivar de las ecuaciones matemáticas.

Conclusiones

Al inicio de este trabajo se planteó que en el análisis meta-teórico de la ciencia persiste un problema, a saber: dar cuenta de manera apropiada del contenido empírico y la justificación de teorías científicas. En cierto sentido, podríamos decir, siguiendo a Chalmers⁵¹, que ese es el *problema duro* de la filosofía de la ciencia. En la tradición de esta disciplina es ya un *lugar común* que se señalen los problemas generados por la *Concepción Heredada*. Aquí se tomó como referencia de esta última el *Positivismo Lógico*. Las críticas que suelen hacerse a esta corriente radican en la caracterización epistemológica que hicieron del contenido empírico de las teorías vía los *Enunciados Protocolares* (EP)⁵². Un EP es una descripción neutral de la experiencia de los sujetos. Esto generó gran controversia, debido a que implica dos problemas: solipsismo (pérdida de objetividad) y no daba cuenta de teorías sumamente complejas y abstractas. El solipsismo se combatió adoptando una experiencia *intersubjetiva*, pero la descripción neutral se mantuvo y fue la fuente de múltiples dificultades y críticas filosóficas.

El *Estructuralismo* plantea que la solución a las dificultades anteriores estaba relacionada con un cambio de enfoque que implicaba adoptar una noción de teoría que reemplazara los enunciados por modelos y la base empírica neutral por términos *T-no-teóricos*. A diferencia de los enunciados un modelo no es verdadero ni falso, así que se toma distancia de la fuerte noción semántica de *Verdad*; y un *T-no-teórico* es simplemente un término no introducido por la teoría que se pretende analizar, sino que pertenece al vocabulario previo, así que puede ser *Teórico* respecto a otra teoría. El análisis realizado en este trabajo mostró que la apuesta estructuralista tiene el siguiente inconveniente: si el contenido empírico está descrito en t-no-teóricos y estos pueden ser teóricos respecto a otra teoría, entonces la justificación de una teoría se logra en virtud de otra teoría y la justificación de esta última por otra, etc.; el argumento señala que la caracterización estructuralista de la base de contrastación, implica un *regresus* y un *coherentismo* interteórico. Es más, el argumento implica que es falsa la afirmación de que las tesis estructuralistas están libres de compromisos

51 En “Facing up to the Problem of Consciousness” (1995), Chalmers, plantea que la epistemología y la ciencia no han logrado dar cuenta de manera apropiada de por qué los estados físicos pueden ser conscientes. Es decir, no han logrado explicar cómo es posible que haya experiencia consciente. A esta dificultad explicativa es lo que denomina “the hard problem of consciousness”.

52 Las fuentes de esas críticas son variadas: racionalismo crítico de Popper, historicismo, semanticismo; aunque aquí solo se tomaron como referencia el estructuralismo y el empirismo constructivo, que hacen parte del semanticismo. Esto debido a que en esas dos concepciones de teoría encontramos una propuesta formal de reconstrucción de teoría.

epistemológicos, como afirma Diederich (1996) que puedan poner en riesgo la justificación de teorías científicas.

EL *Empirismo Constructivo* asume una posición parcialmente parecida a la estructuralista. En EC se acepta que los modelos son mejores herramientas de análisis que los enunciados; pero la base empírica se caracteriza mediante dos tesis: *observables* y *Parámetros Relevantes*. Según EC, la base empírica son *solamente* fenómenos observables (por nosotros, los sujetos epistémicos) susceptibles de descripción en los propios términos de la teoría, para que tengan relevancia epistémica. En este capítulo se logró mostrar que es problemático sostener la tesis de los observables. Primero que todo, afirmar que *solamente* los observables constituyen modelos de datos es un error: en las teorías más complejas y abstractas los modelos de datos pueden ser partículas, campos, ondas, etc., lo cual es claramente *inobservable*; segundo, sostener que las teorías *solamente* se construyen para dar cuenta de los observables, porque, previamente se ha establecido que estos son los modelos de datos, es un argumento circular. De hecho, no parece haber razones ulteriores para sostener que la ciencia *deba* proceder de esta manera y, mucho menos, que la práctica científica proceda así. Adicionalmente, la consecuencia de que debamos asumir una postura antirrealista respecto a los inobservables es inválida, puesto que excede los supuestos de las premisas (observables, parámetros relevantes y modelos).

En términos generales, la argumentación planteada en este trabajo, si es correcta, logra mostrar que, si bien los positivistas no dieron una formulación adecuada de la base empírica y de la justificación de teorías, por medio de los enunciados protocolares, tampoco los estructuralistas cumplen el objetivo mediante los términos t-no-teóricos; ni EC con los observables. El *problema duro* de la relación teoría/experiencia persiste en las tres corrientes aquí analizadas y eso es lo que este trabajo pretendía mostrar. Queda pendiente, para un trabajo futuro, indagar sobre el rol epistémico de la discusión realismo/antirrealismo en la justificación de teorías, tema no menos importante, pero que excedía el propósito de este texto, aunque algunas menciones tangenciales se hicieron en el último capítulo.

Bibliografía

- Achinstein, P. (1965). The Problem of Theoretical Terms. *American Philosophical Quarterly*, 2(3), 193–203.
- Balzer, W., Moulines, C. U., & Sneed, J. D. (1987). *An Architectonic for Science: The structuralist program*. Springer.
- Cárdenas, L. (2014). Dos parientes dentro de la familia semanticista en la filosofía de la ciencia. *Kriterion*, 130, 561–576.
- Cárdenas, L., Flórez, D. T., & García, C. E. (2014). *Tres enfoques en la filosofía de la ciencia*. Universidad de Caldas.
- Carnap, R. (1928). *Der logische Aufbau der Welt / The Logical Structure of the World*. Traducción de R.A. George. University of California Press, 1967.
- Carnap, R. (1931). Psychology in Physical Language. In A. J. Ayer (Ed.), *Logical Positivism* (pp. 165–198). The free Press, 1959.
- Carnap, R. (1932). The elimination of metaphysics through logical analysis of language. In A. J. Ayer (Ed.), *Logical Positivism* (pp. 60–81). The free Press, 1959.
- Carnap, R. (1936). Testability and Meaning. *Philosophy of Science*, Vol. 3, 419–471.
- Carnap, R. (1950). Empiricism, Semantics, and Ontology. *Revue Internationale de Philosophie*, 4, 20–40.
- Carnap, R. (1956). The Methodological Character of Theoretical Concepts. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 1(1), 38–76.
- Carnap, R. (1966). *Philosophical Foundations of Physics: An Introduction to the Philosophy of Science* (M. Gardner (ed.); Basic Book).
- Diederich, W. (1996). Structuralism As Developed Within the Model-Theoretical Approach in the Philosophy of Science. In W. Balzer & C. U. Moulines (Eds.), *Structuralist Theory of Science*

(pp. 15–21).

Díez, J. A. (2002). A program for the individuation of scientific concepts. *Synthese*, 130(1), 13–48.

Díez, J. A., & Moulines, C. U. (1997). *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Editorial Ariel, S.A.

Edelstein, J., & Giribet, G. (2016). *Cuerdas y supercuerdas. La naturaleza microscópica de las partículas y del espacio-tiempo*. EDITEC.

Falguera, J. L. (1984). El “status” ontológico de términos teóricos conforme al “enunciado Ramsey” y al “enunciado Ramsey-Sneed.” *Ágora : Papeles de Filosofía*, 4, 41–55.

Feigl, H. (1970). The “orthodox” view of theories: remarks in defense as well as critique. *Analyses of Theories and Methods of Physics and Psychology. Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 4, 3–16.

Feyerabend, P. (1962). Explanation, Reduction, and Empiricism. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science III*, 28–97.

Gaeta, R., & Gentile, N. (2004). Sobre la inescrutabilidad de la referencia y la indeterminación del significado. *Epistemología e Historia de La Ciencia*, 10(10), 204–208.

Guerrero Pino, G. (2003). *Enfoque semántico de las teorías estructuralismo y espacio de estados: coincidencias y divergencias*. Universidad Complutense de Madrid.

Guerrero Pino, G. (2009). *Introducción a la filosofía de la ciencia (documentos de trabajo)* (Tercera ed). Editorial Universidad del Valle.

Hanson, N. R. (1958). *Patterns of Discovery*. Cambridge University Press.

Hempel, C. (1950). Problemas y cambios en el criterio empirista de significado. In L. Villanueva (Ed.), *La búsqueda del significado* (Cuarta Edición, pp. 225–244). Tecnos.

Hempel, C. (1952). Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science. In C. M. O. Neurath, R. Carnap (Ed.), *Foundations of the Unity of Science* (Vol. 2). University of Chicago

Press, 1970.

Hempel, C. (1958). The Theoretician's Dilemma. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 2, 37–98.

Hempel, C. (1970). On the “standard Conception” of Scientific Theories. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 4, 142–163.

Ibarra Unzueta, J. A., & Mormann, T. A. (1994). ¿Simetrías versus Leyes Apostilla a van Fraassen sobre la representación. *Pensamiento: Revista de Investigación e Información Filosófica*, 50(198), 383–406.

Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.

Lorenzano, P. (2013). The semantic conception and the structuralist view of theories: A critique of Suppe's criticisms. *Studies in History and Philosophy of Science*, 600–607.

Maxwell, G. (1962). The Ontological Status of Theoretical Entities. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science III*, 3–15.

McIntyre, L. (2019). *The Scientific Attitude. Defending Science from Denial, Fraud, and Pseudoscience*. The MIT Press.

Moulines, C. U. (1982). *Exploraciones metacientíficas*. Alianza Editorial.

Neurath, O. (1932). Protocol Sentences. In A. J. Ayer (Ed.), *Logical Positivism* (pp. 199–208). The free Press, 1959.

Olivé, L., & Pérez Ransanz, A. R. (1989). *Teoría y observación* (Primera ed). Siglo XXI editores, s.a de c.v., en Coedición con Instituto de Investigaciones Filosóficas UNAM.

Ramsey, F. (1931). Theories. *The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays*, Braithwaite, 212–236.

Shapere, D. (1965). El problema de los términos teóricos. In L. Olivé & A. R. Pérez (Eds.), *Filosofía de la ciencia: teoría y observación* (pp. 47–69). Universidad nacional autónoma de

México, 1989.

- Stegmüller, W. (1981). *La concepción estructuralista de las teorías*. Alianza Editorial.
- Suárez, M. (2019). *Filosofía de la Ciencia: Historia y Práctica* (1st ed.). Tecnos.
- Suppe, F. (1979). Theory structure. In P. Asquith & H. Kyburg (Eds.), *Current Research in Philosophy of Science: Proceedings of the P.S.A. Critical Research Problems Conference* (pp. 317–338). Philosophy of Science Association.
- Suppe, F. (1989). *The semantic conception of theories and scientific realism*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.
- Tarski, A. (1954). Contributions to the theory of models. I. *Indagationes Mathematicae*, 57, 572–581.
- Van Fraassen, B. (1980). *The scientific image*. Oxford University Press Inc.
- Van Fraassen, B. (1989). *Laws and Symmetry*. Oxford University Press Inc.
- Van Fraassen, B. (2006). Structure: its shadow and substance. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 57(2), 275–307.
- Van Fraassen, B. (2008). *Scientific representation: paradoxes of perspective*. Oxford University Press Inc.
- Van Fraassen, B., & Pérez Ransanz, A. R. (1985). On the Question of Identification of a Scientific Theory (A Reply to “van Fraassen’s Concept of Empirical Theory” by Pérez Ransanz). *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 17(51), 21–29. <https://www.jstor.org/stable/40104563>